MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI

stm
Struttura Tecnica di Missione
per l'indirizzo strategico, lo sviluppo delle infrastrutture e l'alta sorveglianza

Guida operativa per la logistica urbana nei PUMS

Contenuti minimi: analisi della domanda di mobilità merci, mappatura dell'offerta, individuazione delle criticità e valutazione degli interventi

23/10/2026



A cura della Struttura Tecnica di Missione (STM) del MIT



Struttura Tecnica di Missione
per l'indirizzo strategico, lo sviluppo delle
infrastrutture e l'alta sorveglianza

Redattori

Prof. Armando Cartenì — *Esperto Alta Consulenza STM (resp. scientifico)*

Ing. Tamara Bazzichelli — *Dirigente STM*

Coordinatore STM

Ing. Elisabetta Pellegrini

Indice

Premessa e sintesi 5
1. Finalità, limiti e ambito di applicazione 6
1.1 Il quadro normativo e la situazione di partenza 6
1.2 Che cosa il livello minimo non richiede 7
1.3 I principi della procedura 7
1.4 Limiti e campi di applicazione 8
1.5 Competenze tecniche consigliate 10
2. L'idea metodologica 11
2.1 Perché la sosta operativa è la grandezza di riferimento 11
2.2 I due indicatori 12
2.3 Che cosa misura l'indice e che cosa non misura 13
3. La procedura in cinque passi 14
4. Passo 1. Dividere il territorio in zone di traffico 15
4.1 Come si costruiscono le zone 15
4.2 Numerosità delle zone 16
5. Passo 2. Stimare le consegne che ogni zona riceve 16
5.1 Contare i punti di consegna 16
5.2 Da dove prendere l'elenco dei punti di consegna 17
5.3 Da punti di consegna a consegne giornaliere 18
5.4 I generatori speciali e i poli attrattori 20
5.5 Che cosa si produce 21
6. Passo 3. Censire lo spazio disponibile 21
6.1 Gli stalli di carico e scarico 21
6.2 Le regole di accesso 22
6.3 Da stalli a capacità 23
6.4 Che cosa si produce 24
7. Passo 4. Il rilievo di campo e il calcolo degli indici 25
7.1 Primo rilievo: quanto gli stalli sono realmente liberi 25
7.2 Secondo rilievo: i tempi di percorrenza sugli archi di accesso 26
7.3 L'indice di pressione logistica 27

7.4 Dalle misure alle criticità 28
8. Passo 5. Azioni, effetti attesi e monitoraggio 30
8.1 Che cosa si può ricalcolare prima dell'attuazione 30
8.2 Gli indicatori di monitoraggio 33
9. La modulazione per dimensione di Comuni e Città metropolitane 34
9.1 Classi A, B e C: Comuni singoli 34
9.2 Classe D: le Città metropolitane 35
10. Un esempio applicativo 36
10.1 Domanda e offerta 37
10.2 Criticità 37
10.3 Azioni sulla zona critica ed effetto atteso 38
11. Gli elaborati ad esito della procedura 39
11.1 Le dichiarazioni essenziali dell'atto di integrazione al PUMS 40
11.2 Gli approfondimenti facoltativi 40
11.3 Revisione di questa Guida operativa 40
Appendice A. I valori convenzionali e le soglie: riferimenti 41
A.1 Criterio di selezione e livelli di evidenza 41
A.2 Coefficienti di domanda 42
A.3 Parametri di capacità e occupazione 43
A.4 Soglie, classificazione e robustezza 44
A.5 Sintesi dei valori convenzionali e delle soglie 45
A.6 Minimi operativi di zonizzazione e rilievo 46
A.7 Trasferibilità, calibrazione e aggiornamento 46
Bibliografia 47

Premessa e sintesi

La presente Guida operativa è stata redatta con l'obiettivo di supportare il processo di allineamento dei PUMS dei nodi urbani nazionali ai requisiti introdotti dal Regolamento (UE) 2024/1679, con specifico riferimento alla componente della logistica urbana rappresentata nei rispettivi Piani.

Essa definisce, tra l'altro, i contenuti minimi che i Comuni e le Città metropolitane, risultati non conformi al citato Regolamento in termini di trasporto merci e logistica urbana, sono chiamati a integrare, secondo le tempistiche e le modalità definite dal Decreto Direttoriale n. 213 del 16 giugno 2026. La procedura può comunque essere utilizzata anche da altri nodi urbani e da altri Enti locali che intendano redigere o aggiornare un PUMS.

La procedura alla base della presente Guida operativa si fonda esclusivamente sull'utilizzo di dati aperti e/o di informazioni già in possesso dell'Amministrazione, integrati da un rilievo di campo di ridotta estensione. Non richiede indagini presso operatori o esercizi, non richiede un modello di simulazione dei trasporti, non richiede l'acquisto di dati e non richiede la trasmissione preventiva di alcun dato o parametro da parte del Ministero.

Il risultato principale è l'indice di pressione logistica (IPL), calcolato per zona, che confronta le consegne attratte con la capacità degli stalli di carico e scarico. L'accessibilità della zona è descritta separatamente dall'indice di congestione (IC): le due misure definiscono due assi distinti, così da distinguere la criticità logistica, la criticità di accessibilità generale e la loro compresenza. La lettura zonale è completata dalla segnalazione degli hotspot, cioè dei singoli tratti o punti in cui le operazioni di carico e scarico generano un conflitto ricorrente o rilevante con gli altri usi della strada e che una media calcolata sull'intera zona nasconderebbe.

I valori convenzionali e le soglie utilizzati non sono stime calibrate sul singolo territorio. L'appendice A documenta, per ciascun parametro, la base empirica disponibile, le trasformazioni effettuate, le assunzioni introdotte, i limiti di trasferibilità e il livello di incertezza. I valori costituiscono riferimenti nazionali di screening; la loro robustezza rispetto alla classificazione delle zone è verificata tramite analisi di sensitività.

Per ogni richiesta di chiarimento sull'applicazione della presente Guida operativa, gli Enti interessati possono rivolgersi alla Struttura Tecnica di Missione (STM) del MIT ai recapiti istituzionali: posta elettronica ordinaria **segreteria.nuovastm@mit.gov.it** e posta elettronica certificata **segreteria.nuovastm@pec.mit.gov.it.**

1. Finalità, limiti e ambito di applicazione

1.1 Il quadro normativo e la situazione di partenza

Il Regolamento (UE) 2024/1679 sulla rete transeuropea dei trasporti [5] impone ai nodi urbani italiani di dotarsi di un Piano urbano della mobilità sostenibile conforme ai requisiti degli articoli 40 e 41 e dell'Allegato V. Fra i contenuti richiesti figura il trattamento della logistica urbana, che deve comparire nel quadro conoscitivo, nello scenario di piano e nel sistema di monitoraggio.

Il Regolamento si inserisce in un quadro europeo più ampio, delineato dal Nuovo quadro dell'UE per la mobilità urbana [3], che indica la logistica urbana fra i contenuti essenziali della pianificazione della mobilità sostenibile, e dalla Raccomandazione (UE) 2023/550 sui programmi nazionali di sostegno alla pianificazione della mobilità urbana sostenibile [4]. A livello nazionale, il quadro normativo è rappresentato dal DM 397 del 4 agosto 2017 e successive modificazioni [12], nonché dal Decreto Direttoriale n. 213 del 16 giugno 2026 [42], che disciplina il processo di verifica di conformità e adeguamento dei PUMS dei nodi urbani della rete TEN-T, in attuazione del Regolamento (UE) 2024/1679. In tale contesto normativo, senza modificarne l'impianto, si inserisce la presente Guida operativa, con l'obiettivo di fornire uno strumento di integrazione della componente merci rappresentata nei Piani. La Guida operativa è prevista dal Programma nazionale di sostegno ai PUMS, nel quadro dell'attuazione della Misura 1 «Valutazione e allineamento dei PUMS ai requisiti TEN-T» e della Misura 2 «Aggiornamento delle Linee guida nazionali PUMS».

Il rapporto di analisi sui PUMS dei nodi urbani nazionali [43], pubblicato a luglio 2026 dalla Divisione 3 della Direzione generale per il trasporto pubblico locale nell'ambito del Programma nazionale di sostegno ai PUMS, ha mostrato che la logistica urbana rappresenta una delle aree che evidenziano le maggiori criticità tra quelle analizzate. La lacuna più frequente riguarda l'analisi della domanda di mobilità merci, che in molti PUMS è assente o trattata in termini puramente descrittivi. Anche dove è presente, la matrice origine/destinazione delle merci non è, di norma, l'esito di indagini dedicate, ma è costruita all'interno del modello di traffico a partire da una matrice derivata da quella passeggeri, successivamente calibrata, proprio perché mancano indagini specifiche. Ricostruire i flussi di merce in una città richiede indagini presso operatori ed esercizi commerciali che hanno costi rilevanti.

Da qui la scelta di fondo di questo documento: **definire un livello minimo di analisi che qualunque nodo urbano è in grado di produrre**, lasciando gli approfondimenti alla libera iniziativa di chi dispone di dati migliori. Il livello minimo non è una versione ridotta di un'analisi completa: è un'analisi diversa, costruita attorno a ciò che è effettivamente misurabile con un numero limitato di ore di lavoro.

1.2 Che cosa il livello minimo non richiede

È utile chiarire subito cosa il livello minimo esclude. Nessuno dei punti seguenti è richiesto ai fini della conformità:

- indagini presso operatori logistici, vettori o esercizi commerciali, in qualunque forma, comprese le interviste telefoniche e i questionari;
- la costruzione di una matrice origine/destinazione delle merci, che resta un contenuto di approfondimento e non condiziona l'esito della verifica;
- un modello di simulazione del traffico o l'inserimento della componente merci in un modello esistente;
- l'acquisto di dati da fornitori commerciali, comprese le banche dati camerali e i dati di localizzazione da flotte veicolari;
- la richiesta di dati, coefficienti o parametri al Ministero o ad altre amministrazioni centrali: tutto ciò che serve è già pubblico oppure è già nella disponibilità dell'Ente.

Il Comune che disponga di uno o più di questi elementi può naturalmente utilizzarli anche per ambire a dei contenuti estesi; il capitolo 11 indica come dichiararlo. La conformità, però, non ne dipende.

1.3 I principi della procedura

La procedura definita dalla presente Guida operativa e descritta nei capitoli seguenti risponde a quattro principi che ne spiegano la forma e che è utile tenere presenti nella lettura.

Principio	Che cosa comporta in pratica
Fattibilità	Ogni dato richiesto è aperto, oppure è già nella disponibilità dell'Ente, oppure è rilevabile in poche giornate di lavoro con due operatori. Non esistono passaggi che dipendono da soggetti terzi.
Gradualità delle fonti	Per ciascuna informazione sono indicate una fonte preferibile e una o più alternative progressivamente più semplici. Il Comune che dispone della fonte migliore ottiene una stima più accurata; quello che non ne dispone ottiene comunque una stima valida. Nessuna alternativa è di serie B ai fini della conformità: conta che la fonte usata e il grado di copertura raggiunto siano dichiarati.
Proporzionalità alla dimensione	Il livello di dettaglio richiesto cresce con la dimensione demografica del nodo. Per le Città metropolitane, dove la mappatura puntuale dell'intero territorio non sarebbe realistica, la procedura si applica per parti secondo il capitolo 9.
Trasparenza del dato osservato	Si dichiara sempre che cosa è stato osservato e che cosa è stato assunto. I risultati ottenuti su un campione descrivono il campione: non vengono estesi all'intera zona attraverso coefficienti non verificati.

Tabella 1. I principi della procedura.

1.4 Limiti e campi di applicazione

La procedura ha un campo di applicazione deliberatamente circoscritto. È uno strumento di screening, diagnosi e monitoraggio della pressione esercitata dalle consegne sullo spazio pubblico. Consente di individuare le zone nelle quali la capacità degli stalli risulta insufficiente o inefficiente, distinguere tali situazioni dalle criticità generali di accessibilità, riconoscere gli hotspot locali, stabilire le priorità di intervento e costruire una baseline riproducibile per il monitoraggio del piano.

Limiti tecnici della procedura. Le stime prodotte derivano dall'applicazione di ipotesi metodologiche e di valori convenzionali e non costituiscono né valori calibrati sul singolo territorio né stime corredate da intervalli di confidenza statistica. I coefficienti relativi alla frequenza delle consegne, alla durata delle operazioni, alla concentrazione nella fascia di punta e alla capacità degli stalli sono desunti dagli ordini di grandezza disponibili in letteratura, in parte riferiti a contesti territoriali e settoriali diversi da quelli italiani, e sono assunti come riferimenti nazionali uniformi. Essi non derivano da un campione rappresentativo dei Comuni italiani e non possono riflettere integralmente le differenze dovute alla composizione economica, alla dimensione degli esercizi, alla forma urbana, alla regolazione locale, alla diffusione del commercio elettronico, alla stagionalità o alla presenza di funzioni turistiche e produttive. La domanda è stimata attraverso punti di consegna, popolazione e generatori speciali e rappresenta quindi una proxy delle operazioni di sosta, non una misura osservata dei flussi di merce: non ricostruisce origini e destinazioni, tonnellaggi, classi veicolari, coefficienti di riempimento, giri di consegna e percorsi sulla rete. La capacità è nominale e presuppone durate medie, disponibilità degli stalli nelle fasce considerate e sostituibilità degli stalli appartenenti alla stessa zona; non simula accodamenti, ricerca dello spazio, variabilità dei tempi di servizio, distanze pedonali dalle destinazioni, barriere fisiche o l'eventuale impiego di aree private e spazi operativi non censiti. L'aggregazione per zona e per giorno può inoltre nascondere concentrazioni orarie e squilibri localizzati; la regola degli hotspot riduce questo limite, ma non sostituisce un'analisi puntuale del bordo strada, e il risultato può variare in funzione della zonizzazione adottata. Domanda e offerta devono pertanto riferirsi esattamente allo stesso perimetro: una diversa copertura territoriale rende l'IPL non interpretabile. I rilievi minimi prescritti sono finalizzati alla fattibilità e alla confrontabilità della procedura e non derivano da un calcolo di potenza statistica; i risultati descrivono i giorni, le fasce e i punti effettivamente osservati e possono risentire di stagionalità, condizioni meteorologiche, eventi, incidenti e anomalie temporanee, che è opportuno registrare. Anche le fonti amministrative e aperte possono presentare ritardi di aggiornamento, coperture incomplete o classificazioni non perfettamente omogenee. L'IC descrive le condizioni generali di accessibilità sugli archi rilevati, ma non ricostruisce la congestione dell'intera rete né consente di attribuirne causalmente una quota ai veicoli merci. La soglia IPL = 1 rappresenta la saturazione della capacità nominale nelle ipotesi adottate, mentre le altre soglie e i minimi operativi hanno funzione di screening; la banda del ±25 per cento è uno stress test di robustezza e non un intervallo di confidenza. La procedura non stima infine elasticità, adesione degli operatori, spostamenti

temporali o territoriali della domanda ed effetti causali delle politiche, né sostituisce analisi ambientali, economiche, di sicurezza o di fattibilità progettuale. È quindi opportuno utilizzare i risultati per screening, diagnosi comparativa, definizione delle priorità e monitoraggio, evitando di attribuire loro una precisione o una capacità previsiva superiore a quella consentita dai dati.

Questi limiti non riducono l'utilità della procedura, ma delimitano le conclusioni che possono essere tratte e indicano quando è opportuno integrare il livello minimo con contenuti estesi. **Il livello minimo è adeguato quando la decisione riguarda l'individuazione delle criticità, la selezione di una tipologia di azione, la programmazione preliminare per zone o l'attuazione di interventi semplici, localizzati e reversibili**. Rientrano in questo campo, a titolo esemplificativo, il ripristino della segnaletica, la rimozione di un uso incompatibile già rilevato, il rafforzamento del controllo, il trattamento di un hotspot chiaramente individuato o la previsione preliminare di un incremento dell'offerta di sosta. Per le misure i cui risultati dipendono dai comportamenti, il livello minimo consente di definire un obiettivo e il relativo indicatore di monitoraggio, ma non di presentare l'effetto come già dimostrato.

I contenuti estesi, richiamati al paragrafo 11.2 come approfondimenti facoltativi, rispondono a finalità ulteriori. Non consistono soltanto nell'applicare coefficienti più precisi allo stesso calcolo, ma ampliano l'oggetto dell'analisi mediante dati sulle origini e destinazioni, sulla distribuzione temporale delle consegne, sui percorsi e sui giri dei veicoli, sui tempi effettivi di servizio, sulle caratteristiche degli operatori e sulle condizioni di accesso ai destinatari. Possono comprendere indagini presso imprese, vettori e conducenti, dati dei varchi o delle flotte, sperimentazioni pilota, monitoraggi prima e dopo l'intervento e modelli calibrati sul contesto locale.

L'estensione dell'analisi è necessaria, in particolare, in due casi:

- **il primo riguarda le misure il cui effetto dipende dalla risposta degli operatori**. La regolazione degli accessi, la modifica delle finestre temporali, la tariffazione dell'accesso o della sosta, i sistemi di prenotazione e gli accordi di consolidamento possono modificare orari, percorsi, frequenza delle consegne, grado di riempimento, adesione ai servizi condivisi e scelta del veicolo. Tali reazioni non possono essere ricavate dall'IPL mediante riduzioni standard. Se il PUMS intende quantificarle ex ante, è opportuno che si fondi su evidenze locali, indagini, sperimentazioni o modelli comportamentali. In assenza di tali elementi, gli effetti restano scenari-obiettivo condizionati da verificare dopo l'attuazione, secondo quanto previsto al paragrafo 8.1.

- Il secondo caso riguarda **la progettazione di dettaglio**. La scelta fra collocazioni alternative degli stalli, degli spazi logistici di prossimità e dei punti di ritiro richiede di conoscere la distribuzione effettiva delle destinazioni, le distanze di trasferimento, gli orari di arrivo, i tempi di sosta, i tipi di veicolo, i vincoli geometrici e le interferenze con gli altri usi della strada. Le stesse informazioni sono necessarie per dimensionare il numero e la capacità delle infrastrutture, definirne le fasce orarie e confrontare configurazioni alternative. L'indice zonale segnala dove intervenire e l'ordine di grandezza del problema, ma non sostituisce questa analisi localizzativa e temporale.

In termini generali, gli interventi “leggeri”, caratterizzati da costi contenuti, reversibilità e limitata dipendenza dalle reazioni degli operatori, possono essere pianificati sulla base del livello minimo, ferma restando la verifica tecnica richiesta per la loro attuazione. Gli interventi “pesanti”, che comportano investimenti significativi, infrastrutture dedicate, una rilevante redistribuzione dello spazio stradale, obblighi o oneri per gli operatori oppure effetti attesi sul funzionamento delle catene logistiche, richiedono di norma contenuti estesi. La distinzione non dipende soltanto dal costo dell’intervento, ma anche dalle conseguenze di una previsione errata e dalla possibilità di correggerla dopo l’attuazione.

L’approfondimento non modifica l’esito della verifica disciplinata da questa Guida operativa: la conformità resta un giudizio binario e non prevede graduatorie. Gli elaborati estesi si aggiungono e/o sostituiscono e/o integrano quelli minimi. In caso di sostituzione, è opportuno che gli elaborati estesi riportino almeno i contenuti richiesti per i corrispondenti elaborati minimi (Tabella 16), compreso l’IPL calcolato con i coefficienti nazionali, così da preservare la base comune per la confrontabilità fra i nodi urbani (paragrafo 11.2).

La facoltatività dei contenuti estesi rispetto alla conformità non equivale, pertanto, alla loro irrilevanza tecnica. **Il livello minimo consente di stabilire dove esiste una criticità, di quale natura è e quale famiglia di azioni risulta coerente. I contenuti estesi servono quando occorre scegliere la configurazione dell’intervento, dimensionarla, prevedere la risposta degli operatori e quantificarne in modo difendibile gli effetti.**

1.5 Competenze tecniche consigliate

L’applicazione della procedura non richiede strumenti software specialistici né l’acquisto di dati, ma presuppone competenze tecniche specifiche, che è opportuno siano presenti nel gruppo di lavoro, interno all’Amministrazione oppure incaricato. L’indicazione che segue ha carattere di suggerimento e non costituisce un requisito ai fini della conformità, né limita le modalità con cui l’Ente organizza le proprie attività o individua i soggetti incaricati.

Si suggerisce che le attività siano svolte o coordinate da tecnici dell’Amministrazione, società o liberi professionisti con esperienza documentata nella redazione di piani dei trasporti e della mobilità e con competenze professionali tipiche del settore scientifico-disciplinare CEAR-03/B Trasporti (già ICAR/05). Rilevano in particolare: la pianificazione dei trasporti e della mobilità sostenibile; l’analisi e la stima della domanda di mobilità, compresa la componente merci; l’analisi dell’offerta di trasporto, della capacità e della congestione della rete stradale; la progettazione e la conduzione di rilievi di traffico e di sosta; la gestione di dati georeferenziati mediante sistemi informativi geografici; la regolazione della sosta e degli accessi e la logistica urbana.

Competenze complementari in materia urbanistica, ambientale e giuridico-amministrativa possono essere utili per l’integrazione con gli altri strumenti di pianificazione e con gli atti dell’Ente. I rilievi di campo descritti al capitolo 7 possono essere eseguiti anche da personale non

specialistico, purché adeguatamente istruito e coordinato da un tecnico con le competenze indicate.

2. L'idea metodologica

2.1 Perché la sosta operativa è la grandezza di riferimento

Il problema della logistica urbana, visto da chi governa la città, non è quanta merce entra: è quanto spazio pubblico le consegne occupano, quanto tempo lo occupano e se quello spazio basta. Un furgone che scarica occupa uno stallo per una decina di minuti; se lo stallo non c'è, o è occupato, il veicolo si ferma in doppia fila, sul marciapiede o all'imbocco di un incrocio. Da lì nascono i problemi che il PUMS deve affrontare: perdita di capacità della strada, interferenze con il trasporto pubblico e con la ciclabilità, rischi per la sicurezza, degrado della qualità dello spazio urbano.

Nel livello minimo la domanda di merci è quindi rappresentata attraverso il tempo durante il quale le operazioni di consegna e ritiro occupano lo spazio pubblico. La scelta non assimila la domanda né alle tonnellate movimentate né alla totalità dei flussi veicolari: seleziona la grandezza direttamente collegata alle decisioni che il PUMS può assumere sulla strada e sul bordo della carreggiata.

Le matrici origine-destinazione, i flussi veicolari per classe, i coefficienti di riempimento e il tonnellaggio sono grandezze rilevanti ma rispondono a finalità ulteriori, quali l'assegnazione alla rete, l'organizzazione delle catene logistiche e la valutazione energetica ed economica. Richiedono però indagini presso imprese e conducenti, dati degli operatori e procedure di espansione e calibrazione. La letteratura ne evidenzia la rilevanza per le analisi avanzate e, nello stesso tempo, il costo informativo e la difficoltà di aggiornamento a scala urbana [6, 10]. Per questo motivo non sono assunti come requisito universale.

L'interazione più direttamente osservabile per la gestione urbana delle merci è la fermata per carico o scarico. Durata, posizione, distanza dalla destinazione e regolarità della fermata determinano l'uso delle aree dedicate; quando l'operazione avviene in doppia fila o in uno spazio non idoneo, riduce localmente la capacità stradale e aumenta conflitti, attese e manovre. Studi e modelli di parking demand mostrano che disponibilità del bordo strada, dwell time e ricerca dello spazio sono componenti centrali dell'ultimo miglio [7, 8, 9, 17, 21].

La consegna, e il tempo di sosta che essa comporta, costituisce quindi l'unità minima appropriata: è osservabile con risorse limitate, può essere attribuita a una zona, è confrontabile con la capacità degli stalli e varia in modo trasparente quando il PUMS modifica il numero e la localizzazione degli stalli, le finestre orarie, il controllo o le modalità di accesso. Il tonnellaggio, da solo, non descrive

questa pressione: quantità uguali possono richiedere numeri di fermate e tempi di servizio molto diversi.

2.2 I due indicatori

Da questa impostazione discende una misura semplice: confrontare le consegne che una zona attrae con lo spazio di sosta operativa che mette a disposizione attraverso **l'indice di pressione logistica**. L'IPL è il rapporto fra le consegne giornaliere stimate e quelle che gli stalli di carico e scarico sono in grado di ospitare. Il valore 1 rappresenta la saturazione nominale della capacità dedicata; valori superiori segnalano un fabbisogno non coperto dagli stalli, mentre valori inferiori non escludono criticità puntuali dovute alla localizzazione degli stalli, alle distanze dalle destinazioni o a concentrazioni temporali non rappresentate dalla media.

Le due grandezze si ottengono così. Le consegne che una zona riceve si stimano contando quante attività vi si trovano e quanti abitanti vi risiedono, e applicando le frequenze medie di rifornimento indicate al capitolo 5. Lo spazio disponibile si ottiene contando gli stalli di carico e scarico, tenendo conto della quota di tempo in cui tali stalli risultano occupati da veicoli non impegnati nelle operazioni di consegna.

Il calcolo si svolge per zone, non per l'intero Comune. È una scelta necessaria, non un raffinamento: un valore medio comunale nasconde esattamente ciò che interessa. Nell'esempio del capitolo 10 la media comunale risulta inferiore a 1, mentre il centro storico supera 2,8. Un'analisi che si fermasse alla media concluderebbe che non esistono problemi.

Coerenza territoriale fra domanda e offerta. L'IPL è un rapporto fra due grandezze che descrivono lo stesso territorio. La domanda D(z) e la capacità O(z) si riferiscono sempre al medesimo perimetro, e quel perimetro è la zona. Se la domanda fosse calcolata su un'area più ampia di quella in cui sono stati censiti gli stalli, l'indice attribuirebbe a quegli stalli anche le consegne che avvengono altrove e risulterebbe sovrastimato in misura non controllabile. Il principio vincola due passaggi della procedura, il censimento parziale dell'offerta descritto al paragrafo 6.1 e la procedura semplificata per la corona metropolitana del paragrafo 9.2, e la sua applicazione è specificata in entrambi i casi.

Al conflitto sullo spazio di sosta si affianca una seconda misura, **l'indice di congestione**, che confronta il tempo di percorrenza di alcune strade nell'ora di punta con quello delle stesse strade in condizioni di traffico scarico. Ha funzione contestuale: evidenzia le condizioni di accessibilità della zona e la loro evoluzione, ma non consente di attribuire ai veicoli merci una quota causale della congestione complessiva. Serve a distinguere due situazioni molto diverse, una zona in cui i veicoli faticano a fermarsi e una in cui faticano anche ad arrivare, alle quali corrispondono azioni diverse.

I due indici non sono combinati mediante una relazione gerarchica. L'IPL determina la presenza di una criticità logistica di sosta; l'IC segnala separatamente una criticità di accessibilità generale. La classificazione distingue quindi quattro condizioni: assenza di criticità, sola criticità logistica,

sola criticità di accessibilità e compresenza delle due. Le soglie, indicate al paragrafo 7.4, sono convenzioni nazionali di screening e non valori causali o standard universali.

Poiché la presente Guida operativa è specificamente rivolta alla **logistica urbana delle merci**, le misure di piano individuate nell'ambito della presente procedura sono finalizzate direttamente alla riduzione delle criticità rappresentate dall'**IPL**, attraverso interventi sulla domanda e/o sull'offerta di sosta per le operazioni di carico e scarico. L'individuazione di valori critici dell'**IC** non determina invece, nell'ambito della presente Guida operativa, specifiche misure correttive sulla circolazione generale, ma assume la funzione di **segnalazione di una criticità di accessibilità**. Tale evidenza va considerata nell'ambito delle altre componenti del PUMS competenti per la gestione della rete stradale, della congestione e dell'accessibilità, al fine di orientare eventuali interventi di razionalizzazione e mitigazione delle criticità di traffico.

Un terzo elemento: gli hotspot. Gli indici sono valori medi di zona, e una media può nascondere una situazione localmente inaccettabile: una via in cui i veicoli merci si fermano sistematicamente in doppia fila mentre a duecento metri gli stalli restano liberi. Si chiama hotspot un tratto o un punto in cui le operazioni di carico e scarico generano un conflitto ricorrente o comunque rilevante con la circolazione, il trasporto pubblico, la ciclabilità, i percorsi pedonali o la sicurezza. L'hotspot non modifica il valore dell'indice: si rileva durante il sopralluogo già previsto, si cartografa e determina per sé una criticità logistica locale, anche dove la media della zona è sotto soglia. La regola operativa che ne stabilisce il riconoscimento è al paragrafo 2.3.

2.3 Che cosa misura l'indice e che cosa non misura

L'indice di pressione logistica è uno strumento di screening e di monitoraggio della pressione delle merci sullo spazio pubblico. Misura il conflitto fra consegne e spazio urbano. Non ricostruisce la domanda di merci complessiva, non dice quante tonnellate entrano in città, non distingue fra conto proprio e conto terzi, non valuta il grado di riempimento dei veicoli e non attribuisce ai veicoli merci la congestione generale della rete. Sono tutte informazioni utili, ma appartengono a un livello di analisi diverso, che richiede indagini dedicate e che questo documento non richiede. Il PUMS può integrarle quando dati, risorse e obiettivi lo giustificano [1, 2, 6] anche al fine di ambire a raggiungere contenuti estesi del piano.

L'IPL aggrega tutti gli stalli e tutte le consegne della zona come se gli stalli fossero tra loro sostituibili. L'ipotesi semplifica il calcolo, ma può essere poco rappresentativa quando gli stalli disponibili non sono localizzati in prossimità dei luoghi in cui si concentra la domanda di consegna, ad esempio quando gli stalli sono lontani dai principali destinatari, separati da barriere fisiche, poco accessibili ai veicoli utilizzati o concentrati in una sola parte della zona. Per questo motivo l'indice zonale non sostituisce la lettura localizzativa del bordo strada.

Regola sugli hotspot. Durante il rilievo del capitolo 7, il Comune individua e cartografa come hotspot ogni tratto o punto nel quale una sosta operativa irregolare ricorra in almeno due passaggi effettuati in giornate diverse, oppure nel quale anche una singola operazione produca

un conflitto rilevante con il trasporto pubblico, la ciclabilità, i percorsi pedonali o la sicurezza stradale. L'hotspot non modifica il valore numerico dell'IPL, ma determina una criticità logistica locale e richiede una misura specifica, anche quando la media zonale è inferiore alla soglia.

I coefficienti di frequenza usati per stimare le consegne sono valori convenzionali nazionali selezionati entro gli ordini di grandezza della letteratura, non stime calibrate sulla realtà del singolo Comune. Il valore assoluto dell'IPL va quindi letto come indicazione di scala. Anche l'ordinamento relativo delle zone è in genere più stabile del valore assoluto, ma non è garantito quando la composizione settoriale o la dimensione degli esercizi differiscono molto. Per rendere esplicito questo limite, accanto al valore centrale si calcola la banda di sensitività definita al paragrafo 7.3; nel calcolo minimo un'eventuale stima locale è riportata in parallelo e non sostituisce il calcolo nazionale. Quando l'Ente presenta elaborati estesi in sostituzione di quelli minimi, i valori locali documentati possono invece guidare la classificazione delle zone, fermo restando di riportare anche l'IPL calcolato con i coefficienti nazionali (paragrafo 11.2).

3. La procedura in cinque passi

La procedura si articola in cinque passi. I primi tre costruiscono il quadro conoscitivo, il quarto individua le criticità, il quinto collega le azioni di piano alle criticità e ne misura l'effetto atteso. Ogni passo indica che cosa produrre e con quale fonte, in ordine di preferenza.

Macro-fase	Passo	Che cosa si fa	Criterio di completamento: che cosa si produce
Quadro conoscitivo	1. Zonizzazione	Si divide il territorio in zone, aggregando sezioni di censimento.	Un file georeferenziato delle zone con la popolazione residente.
	2. Domanda	Si contano le attività e gli abitanti di ciascuna zona e si stimano le consegne giornaliere.	Una tabella con le consegne stimate per zona.
	3. Offerta	Si censiscono gli stalli di carico e scarico e le regole di accesso.	Un file georeferenziato degli stalli e delle zone a traffico limitato.
Individuazione delle criticità	4. Rilievo e indici	Si rilevano l'occupazione impropria degli stalli e il tempo di percorrenza di pochi archi; si calcolano i due indici, la sensitività e si individuano gli hotspot.	La tabella degli indici, la robustezza della classificazione, la mappa degli hotspot e l'elenco delle criticità logistiche e di accessibilità.
Quantificazione degli effetti del Piano	5. Azioni e monitoraggio	Si associano le azioni alle zone critiche, si ricalcolano gli indici nello scenario di piano e si fissano gli indicatori.	La tabella delle azioni e quella degli indicatori con la baseline.

Tabella 2. Sintesi della procedura.

Il capitolo 9 indica come la procedura si modula per le classi dimensionali maggiori e per le Città metropolitane.

4. Passo 1. Dividere il territorio in zone di traffico

La zona è l'unità di tutte le stime successive. Deve essere abbastanza piccola da distinguere situazioni diverse e abbastanza grande da non richiedere dati che non esistono a quel dettaglio.

4.1 Come si costruiscono le zone

Le zone si ottengono aggregando sezioni di censimento intere, senza mai dividerne una. Le sezioni di censimento sono le partizioni statistiche del territorio comunale pubblicate dall'ISTAT insieme alle basi territoriali; sono liberamente scaricabili in formato georeferenziato e per ciascuna è disponibile la popolazione residente[1]. Costruire le zone su di esse ha tre vantaggi: la popolazione è nota senza alcuna elaborazione, il risultato è ricostruibile da chiunque e le zone restano confrontabili nel tempo.

Nella costruzione valgono tre regole:

1. il centro storico, o l'area a traffico limitato se esiste, costituisce di norma una zona a sé, se ha un'estensione sufficiente per un'analisi autonoma;
2. le aree produttive e logistiche riconosciute dallo strumento urbanistico costituiscono zone separate dal tessuto residenziale;
3. se il PUMS dispone già di una zonizzazione per la componente passeggeri, le zone della logistica ne sono un'aggregazione oppure coincidono con essa.

Verifica preliminare dei dati. Nella definizione delle zone di analisi è opportuno verificare preliminarmente la disponibilità dei dati utili sia alla ricostruzione della domanda sia al censimento dell'offerta (paragrafi 5.2 e 6.1). La metodologia si basa infatti sul confronto tra domanda e offerta di stalli di carico e scarico riferite al medesimo territorio; i due termini devono quindi essere costruiti sullo stesso perimetro. In particolare, prima di definire la zonizzazione e procedere al calcolo di tutti gli indici, è opportuno verificare la disponibilità di una mappatura degli stalli sufficientemente completa. Qualora tale informazione non sia disponibile e si renda necessario un rilievo diretto, il rilievo va programmato in modo da coprire l'intero territorio comunale; nei soli casi di copertura parziale ammessi dalla Tabella 11, il perimetro della zona va limitato e definito in modo coerente con l'area effettivamente censita (in pratica, la zona si costruisce aggregando le sole sezioni di censimento interamente comprese nell'area percorsa dal rilievo, mentre la parte restante del territorio è riportata come area non valutata, secondo il paragrafo 6.1). Non è corretto stimare la domanda su un'area più ampia e confrontarla con un'offerta rilevata soltanto su una sua porzione, poiché ciò determinerebbe una comparazione territorialmente incoerente e potrebbe alterare il valore degli indici.

[1] Le sezioni censuarie dell'ISTAT si possono scaricare dal sito Basi territoriali e variabili censuarie – Istat, nella sezione Basi territoriali – dati definitivi. Sotto la voce Sezione di censimento è possibile selezionare la regione di interesse.

Qualora fosse possibile far coincidere la zonizzazione già adottata per la mobilità passeggeri con quella utilizzata per il trasporto delle merci, oltre a ridurre i tempi necessari alla costruzione del sistema zonale, ciò consentirebbe di leggere e confrontare congiuntamente i risultati relativi ai flussi passeggeri e merci all'interno dei medesimi ambiti territoriali.

4.2 Numerosità delle zone

Il numero minimo di zone dipende dalla popolazione del territorio del PUMS. Non è un obiettivo di dettaglio ma una soglia sotto la quale l'analisi perde significato.

Classe dimensionale	Popolazione del territorio del PUMS	Numero minimo di zone
A	Fino a 100.000 abitanti	5
B	Da 100.001 a 250.000 abitanti	8
C	Oltre 250.000 abitanti	12
D	Città metropolitane	Si applica il capitolo 9

Tabella 3. Numero minimo di zone per classe dimensionale.

Superare il minimo è sempre ammesso. Scendere sotto non lo è, perché con poche zone il centro storico finisce mediato con le periferie e l'indice perde la capacità di individuare dove intervenire.

Criterio di completamento: il passo può considerarsi concluso quando è stato predisposto un file georeferenziato, in formato shapefile o GeoJSON, con una riga per zona ed esplicitati i seguenti campi: codice e denominazione della zona, codice comune, codice provincia, tipologia di zona (es. centro storico o area a traffico limitato, urbana, periurbana, produttiva), popolazione residente e una tabella con specificata per ogni zona l'eventuale presenza di ZTL (con relativo dettaglio sulla regolamentazione degli accessi per i veicoli merci) e il codice delle sezioni censuarie incluse nella zona.

5. Passo 2. Stimare le consegne che ogni zona riceve

Le consegne che arrivano in una zona dipendono da due cose: le attività economiche che vi si trovano, che ricevono rifornimenti, e le persone che vi abitano, che ricevono pacchi. Il passo 2 conta le une e le altre e le converte in consegne giornaliere.

5.1 Contare i punti di consegna

Per punto di consegna si intende una singola attività che riceve merce a un indirizzo: un negozio, un bar, un ristorante, un albergo, un ufficio, un laboratorio artigiano. È opportuno che il Comune conosca quanti punti di consegna ordinari cadono in ciascuna zona e censisca separatamente i generatori speciali non assimilabili a un esercizio ordinario (definiti nella Tabella 4 e trattati al paragrafo 5.4).

Tre classi ordinarie vanno individuate e non di più. La distinzione fra decine di filiere merceologiche è utile in uno studio specialistico, ma qui produrrebbe un dettaglio che i dati disponibili non consentono. Le tre classi descrivono la frequenza media di rifornimento dei punti ordinari. Supermercati, medie e grandi strutture di vendita e altri generatori intensivi sono trattati separatamente, perché settore, dimensione e disponibilità di aree private possono modificarne di molto il numero di consegne [16, 22, 23].

Classe	Attività comprese	Perché stanno insieme
F1 - alta frequenza	Bar, ristoranti, pizzerie, gastronomie, panetterie, macellerie, pescherie, ortofrutta, alimentari di vicinato, farmacie, fiorai.	Trattano prodotti freschi o deperibili e vengono rifornite quasi ogni giorno, spesso al mattino. I supermercati sono esclusi e trattati come generatori speciali.
F2 - media frequenza	Negozi al dettaglio non alimentari, alberghi e strutture ricettive non assimilabili a grandi generatori, parrucchieri ed estetisti, tabaccherie, edicole, ferramenta, officine e carrozzerie.	Ricevono rifornimenti alcune volte alla settimana, con volumi variabili e minore concentrazione oraria.
F3 - bassa frequenza	Uffici pubblici e privati, studi professionali, banche e assicurazioni, scuole, ambulatori e poliambulatori senza degenza, piccoli laboratori artigiani, magazzini senza vendita.	Ricevono soprattutto corrispondenza, pacchi e forniture non quotidiane. Le consegne sono poche per singolo punto, ma i punti sono numerosi.
GS - generatori speciali	Supermercati, medie e grandi strutture di vendita, mercati all'ingrosso, strutture sanitarie con degenza (ospedali, case di cura, cliniche) indipendentemente dalla dimensione, grandi strutture ricettive, poli produttivi o logistici e altri insediamenti non assimilabili a un punto ordinario.	La generazione dipende fortemente da settore, dimensione, numero di addetti, organizzazione logistica e presenza di aree private; si stima caso per caso secondo il paragrafo 5.4.

Tabella 4. Le tre classi ordinarie di frequenza e i generatori speciali.

I generatori speciali non rientrano nel conteggio F1-F3 e sono trattati al paragrafo 5.4. La separazione evita che un supermercato, un mercato o un polo logistico sia rappresentato dallo stesso coefficiente di un esercizio di vicinato e riduce uno dei principali rischi di distorsione della stima.

5.2 Da dove prendere l'elenco dei punti di consegna

Qui si applica il principio di gradualità delle fonti. Le opzioni sono elencate in ordine di preferenza: si usa la prima disponibile e la scelta va dichiarata, insieme alla data di aggiornamento o di estrazione del dato.

Ordine	Fonte	Come si usa	Note
Preferibile	Banca dati comunale delle attività: sportello unico per le attività produttive, ufficio commercio, elenco delle utenze non domestiche della tassa rifiuti.	Si estrae l'elenco con indirizzo e tipologia di attività, si georeferenzia e si conta per zona e per classe; i generatori speciali sono identificati separatamente.	È l'opzione più accurata perché comprende anche le attività non visibili dalla strada. Il dato è già dell'Ente e non richiede autorizzazioni esterne. Se si utilizza l'elenco della tassa rifiuti si impiegano soltanto il conteggio aggregato per zona e la categoria di attività, non i dati identificativi dei contribuenti.
Alternativa 1	Dati aperti, in particolare i punti di interesse commerciali e di servizio di OpenStreetMap.[2]	Si scaricano gratuitamente i punti con le categorie corrispondenti alle tre classi e ai generatori speciali e si contano per zona.	La copertura è buona nei centri urbani e più lacunosa nelle periferie e nelle aree produttive. La fonte non va assunta come inventario ufficiale senza una verifica locale di completezza: si confronta almeno una zona con un sopralluogo o con una fonte comunale. Vanno registrate la fonte e la data di estrazione.
Alternativa 2	Rilievo speditivo sul campo.	Si percorrono le vie commerciali della zona annotando le attività per classe e i generatori speciali, con una scheda di conteggio.	Si usa per verificare o completare le altre fonti in poche vie campione. Non è necessario censire l'intero territorio.

Tabella 5. Gerarchia delle fonti per i punti di consegna.

Nessuna di queste fonti richiede l'acquisto di dati: la prima è un'estrazione da una banca dati interna, la seconda è uno scaricamento gratuito, la terza richiede l'impiego di personale, con un impegno proporzionato all'estensione del rilievo.

Un controllo di coerenza utile e a basso costo. Nel caso in cui si ricorra alle prime due modalità di identificazione dei punti di consegna, ossia banca dati comunale o OpenStreetMap, è opportuno verificarne la coerenza con la situazione reale mediante rilievi in sito condotti su un campione di aree. Sulla base del confronto tra dato censito e situazione osservata, è opportuno indicare la relativa percentuale di scostamento, calcolata come differenza fra i punti osservati e quelli presenti nella fonte, rapportata ai punti osservati; lo scostamento non dovrebbe superare il 30%. Qualora tale soglia venga superata, la base dati va integrata con rilievi diretti nelle zone con caratteristiche analoghe a quelle campionate, oppure sostituita con la fonte successiva della Tabella 5; il criterio adottato e l'esito del confronto vanno dichiarati.

5.3 Da punti di consegna a consegne giornaliere

Le frequenze di rifornimento adottate sono valori convenzionali nazionali scelti entro gli ordini di grandezza disponibili. Non sono coefficienti stimati su un campione rappresentativo dei Comuni

[2] Per ottenere i punti di consegna, scaricare dal sito https://download.geofabrik.de l'area di studio di interesse e selezionare i file relativi ai Points of Interest ("POIs"). I POIs possono essere distribuiti in due layer distinti, uno con geometrie puntuali e uno con geometrie poligonali. È opportuno considerarli entrambi nella fase di identificazione dei punti di consegna e verificarne l'eventuale ridondanza mediante sovrapposizione spaziale e confronto degli attributi; nei casi dubbi, la verifica può essere integrata con rilievi in sito.

italiani e non hanno un intervallo di confidenza statistico. Nel calcolo minimo si usano senza modificarli, per conservare una base comune, e stime locali possono essere riportate in parallelo. Quando l'Ente presenta elaborati estesi in sostituzione di quelli minimi, valori locali documentati possono sostituire quelli nazionali, secondo il paragrafo 11.2. L'appendice A documenta fonti, trasformazioni, ipotesi e limiti, mentre il paragrafo 7.3 prescrive una verifica di sensitività.

Componente	Valore	Unità di misura	Riferimento, criterio e limite principale
Punti ordinari di classe F1	2,0	fermate al giorno per punto	Gli studi disponibili riportano fino a circa 10 consegne di merci alla settimana per attività, pari a 1,7-2,0 per giorno su cinque-sei giorni operativi [6]. Si adotta l'estremo superiore per la classe ad alta frequenza; i supermercati sono esclusi.
Punti ordinari di classe F2	0,8	fermate al giorno per punto	Equivale a circa quattro consegne per settimana lavorativa. È una convenzione intermedia, collocata sotto la media delle attività commerciali [6]; la letteratura conferma la forte dipendenza da settore e dimensione, ma non fornisce un unico tasso trasferibile [16, 23].
Punti ordinari di classe F3	0,3	fermate al giorno per punto	Le indagini e i modelli disponibili riportano tassi per addetto e forti differenze per attività e dimensione [13, 18, 19]. Il valore è una convenzione per piccole unità a bassa frequenza, non una trasformazione diretta valida per grandi uffici o strutture complesse.
Consegne a domicilio	0,025	fermate al giorno per abitante	AGCOM registra circa 1,220 miliardi di pacchi nel 2025 [14]. Il coefficiente converte pacchi in fermate residenziali assumendo, in via centrale, il 60% dei pacchi a destinazione residenziale, due pacchi per fermata e 250 giorni operativi.
Generatori speciali G(z)	dato locale	fermate al giorno per generatore; per il solo dettaglio alimentare, 10 ogni 1.000 m²	Si usano registri degli accessi, dati dell'operatore o un conteggio di una giornata ordinaria. Il coefficiente per superficie è ammesso soltanto per supermercati o strutture alimentari che scaricano su strada ed è un valore di screening ad alta incertezza; non si applica a mercati, ospedali, alberghi o poli logistici.

Tabella 6. Frequenze di rifornimento convenzionali e relativi riferimenti.

Il valore delle consegne a domicilio corrisponde, nel calcolo centrale, a una fermata di corriere ogni quaranta abitanti per giorno operativo. Poiché il dato nazionale misura pacchi e non fermate al bordo strada, il coefficiente è trattato come scenario-equivalente: l'appendice A ne riporta la formula, le ipotesi e l'intervallo di plausibilità. La componente residenziale non è marginale: la crescita del commercio elettronico ha reso le consegne di pacchi a domicilio, effettuate prevalentemente con veicoli commerciali leggeri, una quota rilevante e crescente delle fermate di ultimo miglio nelle aree urbane [11].

La stima delle consegne giornaliere di una zona è quindi la somma di cinque addendi:

$$D(z) = 2{,}0 \cdot F1(z) + 0{,}8 \cdot F2(z) + 0{,}3 \cdot F3(z) + 0{,}025 \cdot Pop(z) + G(z) \qquad (1)$$

D(z) è il numero di fermate operative che la zona z riceve in un giorno feriale medio;

F1(z), F2(z) e F3(z) sono i punti ordinari delle tre classi;

Pop(z) è la popolazione residente;

G(z) è la somma delle consegne su suolo pubblico attribuite ai generatori speciali.

Il risultato non rappresenta tonnellate, pacchi o veicoli-km, ma fermate in un giorno feriale medio che richiedono uno spazio operativo.

5.4 I generatori speciali e i poli attrattori

Supermercati, medie e grandi strutture di vendita, mercati all'ingrosso, strutture sanitarie con degenza, grandi strutture ricettive, poli produttivi o logistici e magazzini di distribuzione possono ricevere merce con veicoli, frequenze e orari molto diversi da quelli di un esercizio ordinario. Le analisi di freight trip generation mostrano che settore economico e dimensione dell'insediamento sono determinanti strutturali [16, 22, 23]; applicare loro i coefficienti F1-F3 produrrebbe una precisione apparente.

Al livello minimo i generatori speciali sono censiti e rappresentati singolarmente. Se tutte le operazioni avvengono in aree private esterne alla sede stradale, il generatore è riportato nel quadro conoscitivo ma contribuisce a G(z) con valore zero, perché non consuma capacità degli stalli pubblici. Se anche una parte delle operazioni avviene sul bordo strada, entrano in G(z) soltanto le relative fermate su suolo pubblico.

La fonte preferibile è il registro degli accessi o delle baie private, una dichiarazione tecnica già disponibile presso l'Ente oppure un conteggio diretto in una giornata feriale ordinaria. Il Comune riporta, per ogni generatore, tipologia, indirizzo, superficie o addetti se disponibili, presenza e capacità delle aree private, fonte, data e numero giornaliero di fermate su strada. Il dato osservato prevale sempre sul coefficiente convenzionale.

Strutture sanitarie. Ospedali, case di cura e cliniche con degenza ricevono ogni giorno forniture eterogenee (es. pasti, biancheria, farmaci e dispositivi medici, gas medicali, ritiro dei rifiuti sanitari), distribuite su un arco orario più ampio della finestra principale di consegna e spesso anche nelle prime ore del mattino. Sono censite come generatori speciali a prescindere dalla dimensione. Quando la struttura dispone di una piattaforma o di un cortile interno nel quale avvengono tutte le operazioni, contribuisce a G(z) con valore zero. Quando le operazioni avvengono in tutto o in parte su strada, situazione frequente per le strutture inserite nei tessuti storici e consolidati, le fermate su suolo pubblico si ricavano da una dichiarazione della direzione della struttura oppure da un conteggio diretto esteso all'intero periodo in cui si svolgono le consegne nella giornata feriale osservata, e non alla sola finestra principale. Non si applica alcun coefficiente per posto letto o per superficie. Gli ambulatori e i poliambulatori senza degenza restano nella classe F3.

Solo per supermercati e strutture di vendita alimentari che scaricano su strada, quando nessun dato locale è ottenibile, è ammesso il valore di 10 consegne al giorno ogni 1.000 m² di superficie di vendita. È un coefficiente di screening ad alta incertezza, scelto per non assimilare tali strutture

a un singolo esercizio F1; non si estende ad altre categorie. Per gli altri generatori speciali privi di dati è necessario un conteggio diretto, anche limitato a una giornata ordinaria, oppure la loro mancata quantificazione va dichiarata come limite dell'IPL della zona.

5.5 Che cosa si produce

Criterio di completamento: il passo può considerarsi concluso quando è stata predisposta una tabella con una riga per zona e le colonne seguenti: codice, fonte e data dei punti di consegna, numero di punti F1-F3, popolazione, elenco dei generatori speciali con metodo di stima e contributo G(z), consegne giornaliere stimate e indicazione delle eventuali componenti non quantificate e un file georeferenziato, in formato shapefile o GeoJSON con i punti di consegna, esplicitandone il tipo (F1, F2, F3 o GS). Se la fonte è l'elenco delle utenze non domestiche della tassa rifiuti, il file riporta soltanto la localizzazione e la classe di ciascun punto, senza dati identificativi dei contribuenti.

6. Passo 3. Censire lo spazio disponibile

L'offerta è ciò che il Comune gestisce direttamente. È anche l'informazione su cui l'Amministrazione ha, di norma, il controllo maggiore, perché discende da propri atti: ordinanze, segnaletica, regolamenti di accesso.

6.1 Gli stalli di carico e scarico

L'informazione essenziale è quanti posti di carico e scarico esistono in ciascuna zona, cioè quanti veicoli possono operare contemporaneamente.

Ordine	Fonte	Come si usa	Note
Preferibile	Catasto della segnaletica, banca dati della sosta, elaborati del piano generale del traffico urbano, archivio delle ordinanze.	Si estraggono gli stalli riservati al carico e scarico con posizione, dimensione e regime orario.	Molti Comuni dispongono di questi archivi in forma georeferenziata, perché prodotti per la gestione della segnaletica o della sosta a pagamento.
Alternativa 1	Rilievo diretto sul campo/ tramite Google Maps (Street View).	Si percorrono le zone annotando posizione e dimensione degli stalli, con supporto cartografico e fotografico.	Il rilievo si concentra sulle zone a maggiore densità di attività: nelle zone residenziali periferiche gli stalli sono pochi e facilmente individuabili.
Alternativa 2	Ricognizione da immagini aeree e da servizi di visualizzazione stradale disponibili gratuitamente.	Si individuano gli stalli dalla segnaletica orizzontale visibile e si verifica a campione sul posto.	Utile per estendere la copertura senza percorrere l'intero territorio. Va sempre verificata su un campione, perché la segnaletica può essere stata modificata dopo la data delle immagini.

Tabella 7. Gerarchia delle fonti per gli stalli di carico e scarico.

Aree lineari non suddivise in stalli. Quando la segnaletica non individua singole posizioni, il Comune registra la lunghezza utile e il numero di veicoli che possono operarvi contemporaneamente, ricavato dalla disciplina locale, dal progetto o da una verifica diretta**. In mancanza di elementi, si assume un posto equivalente per veicolo commerciale leggero ogni sette metri di lunghezza utile, arrotondando per difetto**. I sette metri sono una convenzione geometrica, non una stima empirica: se l'area è utilizzata con frequenza da veicoli rigidi o articolati, è opportuno determinare localmente il numero dei posti sulla base delle dimensioni e degli spazi di manovra effettivi.

Grado di copertura. In assenza di una banca dati comunale non si stima il numero di stalli dell'intera zona a partire dalla lunghezza stradale o da coefficienti generici. Si mappano direttamente i posti nelle sole aree effettivamente percorse e si dichiara l'estensione del rilievo, ridisegnando eventualmente il perimetro della zona censita. La copertura parziale è ammessa soltanto nei casi indicati nella Tabella 11; negli altri casi il rilievo diretto copre l'intero territorio comunale.

Conseguenza sul calcolo dell'indice. Quando il censimento non copre l'intera zona, la domanda non può essere calcolata sull'intera zona. Il Comune sceglie una delle due soluzioni seguenti e la dichiara. La prima, preferibile, consiste nel ridisegnare la zona sul perimetro effettivamente censito, aggregando le sole sezioni di censimento che vi ricadono: la popolazione si legge direttamente dal dato censuario e i punti di consegna si contano all'interno dello stesso perimetro. La seconda, ammessa soltanto per le zone residenziali periferiche a bassa densità di attività dei Comuni di classe C (Tabella 11), consiste nel non calcolare l'indice per quella zona, che viene riportata nel quadro conoscitivo come non valutata, con l'indicazione del motivo. In nessun caso si mette a rapporto una domanda riferita a un perimetro con una capacità riferita a un perimetro diverso.

Resta ferma l'applicazione della regola sugli hotspot, che non dipende dal perimetro e si applica a tutti i tratti effettivamente osservati.

6.2 Le regole di accesso

Insieme agli stalli si rappresentano le regole che governano l'accesso dei veicoli merci: perimetro delle zone a traffico limitato e delle aree pedonali, posizione dei varchi e presenza di controllo elettronico, finestre orarie consentite per il carico e scarico, criteri dei permessi, eventuali limitazioni di massa sulla rete. Sono informazioni che l'Ente possiede per definizione, trattandosi di propri provvedimenti.

Dove esistono varchi elettronici il Comune dispone anche del numero di transiti dei veicoli merci per fascia oraria. È un'informazione preziosa e va riportata: consente di verificare la plausibilità della stima delle consegne e di conoscere l'ora di punta reale invece di assumerla.

6.3 Da stalli a capacità

Un posto di carico e scarico non può ospitare un numero illimitato di consegne. La capacità dipende da quanto dura in media una fermata e da quante ore al giorno il posto è effettivamente utilizzabile per le consegne.

Si adotta una **capacità convenzionale di riferimento C0 pari a trenta consegne al giorno per posto, in condizioni di piena disponibilità**. La derivazione utilizza tre grandezze: H0 = 4 ore, durata della finestra principale di consegna; ts = 15 minuti, durata media di una fermata; pH = 0,55, quota convenzionale delle consegne giornaliere concentrata nella finestra H0. Il parametro pH non è una quota nazionale osservata: è un valore centrale di pianificazione coerente con evidenze che collocano nella mattinata circa metà o poco più delle consegne [8, 17, 21].

La letteratura riporta dwell time molto variabili in funzione di edificio, merce, veicolo, distanza dalla destinazione e numero di destinatari, con numerose operazioni comprese fra 10 e 30 minuti [6, 8, 21, 24]. Il valore ts = 15 minuti rappresenta quindi un riferimento centrale per lo screening, non una media universale. Analogamente, gli studi disponibili descrivono finestre mattutine di ampiezza diversa e non identificano una quota nazionale uniforme riferita esattamente a quattro ore; pH = 0,55 è esplicitamente una convenzione di raccordo temporale.

Ipotesi sulla disponibilità dello stallo, e suo limite. La capacità C0 si ottiene riportando al giorno intero le sedici operazioni teoricamente eseguibili nella finestra di punta. Il passaggio presuppone che lo stallo sia utilizzabile anche fuori da quella finestra, cioè che la fascia di riserva stabilita dall'ordinanza copra l'intera giornata feriale. È l'ipotesi coerente con la pratica amministrativa italiana prevalente: le ordinanze comunali riservano di norma gli stalli per fasce ampie, dell'ordine di dieci ore distribuite fra mattina e pomeriggio, e in assenza di indicazione oraria sulla segnaletica lo stallo si intende riservato al carico e scarico senza limiti di orario.

Correzione per fasce di riserva ristrette. Dove l'ordinanza riserva lo stallo per una fascia sensibilmente più breve, come accade in alcune aree a traffico limitato con finestre di poche ore, la capacità non è governata dalla punta ma dalla durata della riserva. La capacità giornaliera convenzionale massima di un singolo posto è definita come:

$$C0 = (60 \cdot H0 / ts) / pH = (60 \cdot 4 / 15) / 0{,}55 = 29{,}1 \approx 30 \qquad (2a)$$

All'interno di ciascuna zona z, i posti sono suddivisi in gruppi omogenei j in funzione della durata giornaliera della fascia di riserva. Per ciascun gruppo, la capacità unitaria è calcolata come:

$$C_{j,z} = \min[(60 \cdot H_{j,z} / ts), C0] \qquad (2b)$$

Dove $C_{j,z}$ è la capacità giornaliera convenzionale di un singolo posto appartenente al gruppo j nella zona z, espressa in fermate/giorno e $H_{j,z}$ è la durata giornaliera della fascia di riserva prevista per i posti appartenenti al gruppo j nella zona z, espressa in ore.
Si adotta quindi la formula generale (2b), che restituisce C0 quando la riserva è ampia e la capacità effettiva della fascia quando è ristretta. Con ts pari a quindici minuti, il limite si colloca intorno

alle sette ore e mezza di riserva giornaliera: al di sopra vale C0, al di sotto vale la capacità della fascia. C_j,z non può assumere valori negativi.
Gli stalli privi di indicazione oraria, o riservati per l'intera giornata feriale, hanno capacità unitaria pari a C0. Se la fascia di riserva è articolata in più intervalli nella stessa giornata (ad esempio 7-10 e 15-18), H_j,z è la somma delle loro durate. La formula presuppone che la fascia di riserva comprenda la finestra principale di consegna: se la esclude, come nel caso di una riserva soltanto pomeridiana, la capacità effettivamente utilizzabile dalle consegne è inferiore a quella calcolata e la circostanza va segnalata nella tabella dell'offerta.

La capacità complessiva della zona è quindi ottenuta sommando i contributi dei diversi gruppi omogenei di posti e applicando successivamente il coefficiente di riduzione dovuto all'occupazione impropria rilevata nella zona:

$$O(z) = \sum_{j \in Jz} (C_j,z \cdot N_j,z) \cdot (1 - u(z)) \qquad (2c)$$

dove:

N_j,z è il numero di posti equivalenti appartenenti al gruppo j nella zona z, comprendendo sia gli stalli singolarmente delimitati sia i posti equivalenti ricavati da aree lineari non suddivise in singoli stalli;

Jz è l'insieme dei gruppi omogenei di posti individuati all'interno della zona z;

$N(z) = \sum_j N_j,z$ è il numero totale di posti equivalenti della zona z, utilizzato nei paragrafi 7.3 e 7.4 per individuare le zone prive di offerta;

$u(z)$, compreso tra 0 e 1, è la quota di osservazioni in cui gli stalli della zona z risultano occupati impropriamente, calcolata secondo la procedura descritta nel paragrafo 7.1;

$O(z)$ è la capacità complessiva effettivamente disponibile nella zona z, espressa in fermate/giorno.

La formulazione consente di considerare, all'interno della stessa zona, stalli caratterizzati da fasce orarie differenti, evitando di assumere un'unica capacità unitaria per tutti i posti. Ad esempio, stalli disponibili per quattro ore al giorno e stalli disponibili per otto ore al giorno sono attribuiti a gruppi distinti e contribuiscono alla capacità complessiva della zona secondo le rispettive capacità unitarie. Con ts = 15 minuti, i primi hanno capacità unitaria pari a 60 · 4 / 15 = 16 fermate/giorno, mentre i secondi raggiungono il valore massimo C0 = 30. In una zona con 12 posti del secondo tipo, 6 del primo e u(z) = 0,25, la capacità complessiva è quindi O(z) = (12 · 30 + 6 · 16) · (1 − 0,25) = 342 fermate/giorno.

6.4 Che cosa si produce

Criterio di completamento: il passo può considerarsi compiuto quando si produce il seguente materiale:

- File georeferenziato degli stalli destinati alle operazioni di carico e scarico merci nelle zone censite, in cui ciascun record corrisponde a un singolo stallo o a un'area lineare, con il

relativo numero di posti equivalenti. Per ogni record vanno riportate almeno la durata giornaliera H_j,z della fascia di riserva e la relativa capacità unitaria C_j,z, in funzione della fascia oraria dedicata alle operazioni di carico e scarico;

- File georeferenziato delle Zone a Traffico Limitato (ZTL), dei varchi e delle aree pedonali rilevanti ai fini delle operazioni di carico e scarico merci;
- Tabella con numero di stalli presenti in ciascuna zona rappresentata. La tabella riporta, per ciascuna zona, i gruppi omogenei di posti con i relativi N_j,z, H_j,z e C_j,z, il totale N(z) e la capacità lorda $\sum_j C_j,z \cdot N_j,z$; è la stessa informazione da inserire nel foglio «Dettaglio offerta stalli» del file Excel di supporto;
- Tabella con nome della ZTL corredato dalle informazioni relative alle modalità e condizioni di accesso e (ove disponibile) numero di transiti per veicoli merci per fascia oraria.

7. Passo 4. Il rilievo di campo e il calcolo degli indici

7.1 Primo rilievo: quanto gli stalli sono realmente liberi

Il rilievo dell'occupazione impropria consiste nel passare più volte davanti a un campione di stalli e annotare, ogni volta, in quale stato si trovano. È un'osservazione, non una misura strumentale, e non richiede attrezzature. Per la modulazione della procedura per i Comuni, si veda la Tabella 11.

Quando e come si svolge. Almeno due giornate feriali ordinarie non consecutive, preferibilmente fra martedì e giovedì in giornate medie dell'anno, fuori dai periodi di vacanza, annotando condizioni meteorologiche ed eventuali eventi particolari. Quattro passaggi al giorno (per un totale di otto rilievi a stallo), a intervalli regolari, in una finestra di circa tre ore collocata nel principale periodo locale di consegna. La finestra non va assunta come valida ovunque: si individua con la conoscenza degli uffici, con i dati dei varchi se esistono o con una breve ricognizione preliminare. In assenza di elementi si adotta la fascia 8.30-11.30, dichiarandolo.

Che cosa si annota. A ogni passaggio, per ciascuno stallo del campione, una sola delle quattro possibilità seguenti: libero; occupato da un veicolo che sta effettivamente caricando o scaricando; occupato da un veicolo commerciale che non sta operando; occupato da un veicolo non commerciale. Si registra l'operazione osservata e non la sola categoria del veicolo: rientrano quindi anche le autovetture e i veicoli leggeri quando è riconoscibile un'attività di consegna o ritiro. Non si rilevano targhe, nominativi o altre informazioni riferibili a persone.

Quanti stalli osservare. Nel centro storico o nella zona a traffico limitato, almeno il 30% degli stalli presenti e comunque non meno di dieci. Nelle zone urbane, almeno cinque stalli per zona (se presenti). Nelle zone produttive, almeno tre stalli, o tutti se sono meno di tre. Gli stalli del

campione vanno scelti distribuiti sulla zona e non concentrati su una sola via, perché una via particolarmente critica o particolarmente tranquilla falserebbe il risultato.

Stalli con fasce di riserva diverse. Se nella zona coesistono gruppi di stalli con fasce di riserva differenti (paragrafo 6.3), il campione comprende stalli di ciascun gruppo la cui fascia si sovrappone alla finestra del rilievo. Per ogni stallo si considerano soltanto i passaggi effettuati all'interno della relativa fascia di riserva: fuori da tale fascia la sosta di altri veicoli può essere consentita e non costituisce occupazione impropria. Il valore u(z) così ottenuto si applica a tutti i gruppi della zona, secondo la formula (2c).

Come si calcola. L'occupazione impropria u(z) è la quota dei passaggi in cui lo stallo risultava occupato da un veicolo commerciale non operante o da un veicolo non commerciale, sul totale dei passaggi effettuati nella zona. Il valore di riferimento si calcola sul totale congiunto delle giornate, sommando le osservazioni delle medesime fasce. Se le due giornate conducono a classi di criticità diverse per la stessa zona, si effettua una terza osservazione ordinaria nella stessa fascia e il valore di riferimento è calcolato sulle tre giornate. Questa regola sostituisce ogni valutazione discrezionale sulla rappresentatività del singolo giorno.

Che cosa si riporta. La tabella finale indica date, stalli osservati, numero di passaggi e fasce orarie. Nello stesso rilievo si cartografano gli hotspot definiti al paragrafo 2.3. Una via con occupazione impropria molto superiore alla media, una ricorrenza di carico/scarico fuori stallo o un conflitto rilevante con altri usi della strada va segnalato separatamente: la capacità inutilizzata altrove nella zona non compensa una criticità localizzata.

Se il rilievo non è possibile. Il Comune può adottare, dichiarandolo, i valori convenzionali u = 0,40 nel centro storico o nell'area a traffico limitato, u = 0,25 nelle zone urbane e periurbane e u = 0,15 nelle zone produttive. Gli studi disponibili documentano un uso rilevante delle aree di carico e scarico da parte di veicoli non impegnati in consegne e forti differenze per contesto [20, 24], ma non stimano direttamente questi tre valori per le corrispondenti tipologie italiane. I coefficienti sono pertanto default ordinati e prudenziali, non medie empiriche trasferibili. La loro adozione non sostituisce l'individuazione degli hotspot e va evidenziata nella tabella degli indici.

7.2 Secondo rilievo: i tempi di percorrenza sugli archi di accesso

Il secondo rilievo misura il rapporto fra il tempo necessario a percorrere una strada nell'ora di punta e il tempo necessario a percorrerla quando il traffico è scarico. È un indicatore contestuale: descrive l'accessibilità della zona e la sua evoluzione, non dimostra quale quota del ritardo sia causata dai veicoli merci e non entra nel calcolo dell'indice di pressione logistica.

Quali archi scegliere. Gli assi di accesso alle zone che il passo 2 ha indicato come quelle con più consegne, da tre a cinque nei Comuni di classe A e da cinque a otto nelle classi B e C. Ogni zona con un numero di consegne superiore alla media comunale è opportuno che abbia almeno un arco misurato. Gli archi vanno dichiarati con la loro lunghezza.

Come si misura. Si utilizzano i dati dell'Ente se disponibili, per esempio quelli del sistema di monitoraggio del traffico o della flotta del trasporto pubblico, dichiarandone l'origine. In assenza, il tempo si rileva con percorrenze di prova effettuate da personale dell'Amministrazione o suoi incaricati, registrando ora di partenza, durata, direzione e condizioni anomale: almeno tre corse nell'ora di punta e tre in una fascia di traffico scarico, di norma la metà mattina o il primo pomeriggio, utilizzando le medie. Non è richiesto l'acquisto di dati né il ricorso a servizi commerciali.

IC(z) = media dei rapporti t_punta / t_morbida sugli archi della zona, pesata sulle lunghezze *(3)*

IC(z) è l'indice di congestione della zona. Un valore di 1,00 significa che l'ora di punta non produce alcun rallentamento; un valore di 1,50 significa che percorrere quelle strade richiede metà tempo in più. La media è pesata sulla lunghezza perché un arco lungo incide più di uno breve sull'accessibilità complessiva.

Criterio di completamento: tale attività può considerarsi conclusa quando è stata predisposta una tabella finale dove sono indicati gli archi selezionati per ciascuna zona, la media dei tempi di percorrenza rilevati nell'ora di punta e nella fascia di traffico scarico e il calcolo di IC per ciascuna zona.

7.3 L'indice di pressione logistica

Con la domanda del passo 2 e la capacità del passo 3 il calcolo è immediato:

IPL(z) = D(z) / O(z) *(4)*

IPL(z) è l'indice di pressione logistica della zona: il rapporto fra le fermate operative giornaliere stimate e la capacità convenzionale degli stalli dedicati. D(z) viene dalla formula (1), O(z) dalla formula (2c). Il rapporto è adimensionale e consente una lettura omogenea di zone diverse, ma presuppone la sostituibilità spaziale degli stalli e non descrive la variabilità infragiornaliera; deve quindi essere letto insieme agli hotspot e alla sensitività.

Casi senza offerta. Se N(z) = 0 e D(z) è pari o superiore a C0, l'IPL non è calcolabile e la zona è classificata priva di offerta, quindi critica sull'asse logistico. Se N(z) = 0 e 0 < D(z) < C0, la zona è classificata "domanda ridotta – verifica qualitativa": non si presume né assenza né presenza di criticità. Il Comune verifica sul posto se esista uno spazio legale e sicuro per le fermate e applica la regola degli hotspot. Quando N(z) > 0, l'IPL si calcola anche se D(z) è inferiore a C0.

Analisi di sensitività. Per ogni zona si calcolano, oltre al valore centrale, due scenari semplificati che perturbano congiuntamente la domanda stimata del ±25%, mantenendo invariata la capacità osservata. La perturbazione non è un intervallo di confidenza: è uno stress test operativo che rende visibile la dipendenza della classificazione dai coefficienti convenzionali.

$$IPL_{-25\%}(z) = 0{,}75 \cdot D(z) / O(z) \quad (4a)$$

$$IPL_{+25\%}(z) = 1{,}25 \cdot D(z) / O(z) \quad (4b)$$

La criticità logistica è robusta se IPL−25% ≥ 1; l'assenza di criticità logistica è robusta se IPL+25% < 1; negli altri casi la classificazione è sensibile alle assunzioni e va indicata come "non robusta". Un hotspot determina comunque una criticità locale, indipendentemente dalla banda.

Criterio di completamento: tale attività può considerarsi conclusa quando per ciascuna zona sono stati calcolati O(z), IPL(z) e la banda di sensitività ±25%, con l'indicazione della robustezza della classificazione.

7.4 Dalle misure alle criticità

La classificazione applica separatamente due assi. L'asse logistico è positivo quando IPL ≥ 1, quando la zona è priva di offerta con domanda non ridotta oppure quando è presente almeno un hotspot. L'asse di accessibilità è positivo quando IC ≥ 1,3. In questo modo un problema di congestione generale non è usato per confermare o negare una criticità specifica delle consegne.

La soglia IPL = 1 rappresenta la saturazione nominale della capacità dedicata: ha un significato fisico-contabile, ma non è una soglia di qualità del servizio. In un sistema con arrivi e durate variabili, ricerca di sosta e attese possono emergere anche prima della saturazione; per questo si considerano hotspot e sensitività e non si interpreta IPL < 1 come garanzia di assenza di problemi.

La soglia IC = 1,3 corrisponde a un tempo di percorrenza di punta superiore del 30% a quello della fascia di traffico scarico. Il rapporto è coerente con la definizione del Travel Time Index; i valori FHWA dell'ordine di 1,18-1,45 forniscono soltanto un confronto di scala [15]. Poiché derivano da reti e contesti statunitensi, 1,3 è una soglia nazionale convenzionale di screening, non un valore scientificamente validato per ogni strada urbana italiana e non attribuisce la congestione ai veicoli merci.

Classe della zona	Condizione	Come si legge
Criticità logistica e di accessibilità	(IPL ≥ 1,0 oppure hotspot) e IC ≥ 1,3	Coesistono insufficienza o cattiva distribuzione dello spazio operativo e difficoltà generale di accesso. Servono misure logistiche e azioni sulle altre componenti del PUMS.
Criticità logistica	(IPL ≥ 1,0 oppure hotspot) e IC < 1,3	Il problema riguarda la disponibilità, l'efficienza o la localizzazione dello spazio per le consegne; non dipende dalla congestione generale.
Criticità di accessibilità generale	IPL < 1,0, nessun hotspot e IC ≥ 1,3	Gli stalli risultano nominalmente sufficienti, ma raggiungere la zona è problematico. Le principali leve appartengono alle strategie generali del PUMS.
Priva di offerta	N(z) = 0 e D(z) ≥ C0	È una criticità logistica per definizione; se IC ≥ 1,3 si aggiunge la criticità di accessibilità.
Domanda ridotta – verifica qualitativa	N(z) = 0 e 0 < D(z) < C0	Non è una classe automaticamente non critica. Si verifica la disponibilità di uno spazio legale e sicuro e si applica la regola degli hotspot.
Nessuna criticità rilevata	IPL < 1,0, IC < 1,3 e nessun hotspot	Equilibrio nominale nel protocollo adottato; va indicato se la classificazione è robusta o sensibile alla variazione del ±25%.

Tabella 8. Regola di classificazione delle zone.

Strumento operativo di supporto al calcolo. Il calcolo dell'**Indice di Pressione Logistica (IPL)** e la relativa **analisi di sensitività** possono essere effettuati con il supporto del file Excel fornito unitamente alla presente Guida operativa e che andrà riempito nelle sole celle evidenziate in giallo lasciando inalterate le altre. Il file è disponibile in due versioni: la prima, «Modello_stima_PUMS_logistica_urbana», è destinata ai Comuni singoli (classi A, B e C) ed è precompilata con i dati dell'esempio del capitolo 10; la seconda, «Modello_stima_PUMS_logistica_Citta_metropolitane», è destinata alle Città metropolitane (classe D) e applica la procedura per parti descritta al paragrafo 9.2. Le indicazioni che seguono si riferiscono alla versione per i Comuni singoli; le differenze della versione metropolitana sono descritte più avanti.

Nel foglio **"Input Comune"** vanno inseriti, per ciascuna zona di analisi, i principali dati di input richiesti dalla metodologia, tra cui: identificativo e tipologia della zona, popolazione residente, numero di punti di consegna appartenenti alle categorie **F1, F2 e F3**, numero di fermate/giorno attribuibili ai generatori speciali, valore del coefficiente **u**, eventuale presenza di hotspot e valore dell'indice di congestione per ciascuna zona considerata. Nel foglio **"Dettaglio offerta stalli"** si inserisce una riga per ciascun gruppo omogeneo di stalli, indicando la zona di appartenenza, il numero di posti equivalenti e la durata giornaliera della fascia di riserva, in ore; il numero totale di posti di ciascuna zona è calcolato automaticamente. I valori di u e di IC possono essere inseriti direttamente oppure calcolati dal file Excel fornito a supporto a partire dalle schede di rilievo, nei fogli "Rilievo u" e "Rilievo IC", che verificano anche il campione minimo di stalli e di archi.

Sulla base dei dati inseriti, il modello calcola automaticamente l'**IPL**, i valori di **IPL nelle ipotesi di variazione della domanda pari a ±25%**, la **classe di criticità** e l'indicatore di **robustezza dello stato attuale per ogni zona**. I principali risultati sono riepilogati nel foglio **"Cruscotto di sintesi"**, al fine di agevolarne la lettura e il confronto tra le diverse zone analizzate.

Versione per le Città metropolitane. La seconda versione gestisce in un unico file l'intero territorio metropolitano, con gli stessi coefficienti, soglie e regole di calcolo della versione comunale. Nel foglio "Comuni CM" si inseriscono tutti i Comuni della Città metropolitana con la popolazione, l'indicazione del capoluogo e la presenza di zone a traffico limitato, di poli logistici o di grandi strutture di vendita: il file attribuisce ciascun Comune al nucleo o alla corona secondo i criteri della Tabella 12, indica la procedura da applicare e il numero minimo di zone e di archi, e quantifica popolazione e punti di consegna dell'area non valutata. Le zone si inseriscono nel foglio "Input zone", una riga per zona, e l'offerta nel foglio "Dettaglio offerta stalli"; i fogli "Rilievo u" e "Rilievo IC" funzionano come nella versione comunale, ma l'IC si rileva soltanto nei Comuni del nucleo. Per i Comuni di corona il file assume, in assenza di un rilievo proprio, il valore convenzionale delle zone urbane u = 0,25, non calcola l'IC e riporta la criticità di accessibilità come non valutata. Il file controlla inoltre che vi sia un solo capoluogo, che ogni Comune di corona abbia una sola zona contenente almeno la metà dei suoi punti di consegna e che nel nucleo siano rispettati i minimi di zone e di archi. I risultati sono riepilogati nel foglio "Cruscotto CM", per Comune e per l'intero territorio metropolitano, compreso lo stato della copertura di campo, e nel

foglio “Cruscotto zone”, zona per zona. Il file è precompilato con un esempio numerico inventato, a solo scopo illustrativo, distinto da quello del capitolo 10.

Il file Excel, in entrambe le versioni, costituisce esclusivamente uno **strumento operativo di supporto** per il personale dell’Amministrazione nell’applicazione della metodologia descritta nella presente Guida operativa. Esso **non costituisce, di per sé, un output dell’applicazione**, né sostituisce gli elaborati, le basi dati e le risultanze tecniche prodotte e documentate nell’ambito delle singole fasi di analisi.

Criterio di completamento: il passo può considerarsi concluso quando a ogni zona critica, identificata la classe di criticità, si associano una o più diagnosi, scelte dall’elenco seguente:

- **offerta insufficiente o inefficiente**, quando gli stalli sono pochi rispetto alle consegne oppure esistono ma sono occupati impropriamente;
- **domanda strutturalmente elevata**, quando la densità di attività è tale che nessun aumento ragionevole dell’offerta basterebbe;
- **criticità di accessibilità generale**, quando la difficoltà riguarda il raggiungimento della zona e non è attribuibile alla sola logistica;
- **hotspot locale**, quando la media zonale nasconde un conflitto ricorrente o rilevante in uno specifico tratto o punto.

La diagnosi aiuta a definire le azioni di piano, e per questo il capitolo seguente le mette in corrispondenza.

8. Passo 5. Azioni, effetti attesi e monitoraggio

È opportuno che il PUMS non si limiti a constatare le criticità, ma indichi che cosa si intende fare e quale risultato ci si aspetta. Il livello minimo chiede che ogni zona critica sia coperta da almeno un’azione e che l’esito atteso sia dichiarato.

8.1 Che cosa si può ricalcolare prima dell’attuazione

La quantificazione ex ante può essere effettuata senza ricorrere a modelli, ma è ammessa soltanto quando la misura modifica una variabile documentabile mediante un progetto o un atto ufficiale. Ciò vale, ad esempio, per il numero di posti $\mathbf{N_{j,z}}$, per la durata effettiva $\mathbf{H_{j,z}}$ della finestra autorizzata oppure per l’eliminazione fisica di un uso incompatibile già misurato. In questi casi il ricalcolo è verificabile.

Al contrario, la sola introduzione di maggiori controlli, sensori o sistemi di prenotazione non dimostra ex ante una riduzione di u(z), perché l’effetto di tali misure sull’uso improprio degli stalli non è direttamente quantificabile senza dati o evidenze specifiche.

Per le misure che agiscono sui comportamenti, quali controllo, prenotazione dello stallo, consolidamento delle consegne, microhub o consegne in cargo bike, non si applicano riduzioni standard della domanda o dell'occupazione impropria. In questi casi, il piano può definire uno scenario condizionato a un valore obiettivo, chiaramente distinto dal ricalcolo ex ante. Il raggiungimento dell'obiettivo dovrà essere verificato successivamente attraverso nuovi rilievi. La distinzione evita di presentare come effetto atteso certo un risultato che, in realtà, dipende dall'attuazione e dal rispetto della misura.

Effetti sistemici delle azioni. La presente Guida operativa non stabilisce il metodo con cui l'Amministrazione sceglie le misure da adottare, ma aiuta a stimarne gli effetti sulla pressione logistica. Il ricalcolo dell'IPL descrive quindi un solo effetto, la variazione del rapporto fra consegne e capacità di sosta operativa, e non esaurisce la valutazione di un intervento. Ogni azione sulla logistica urbana interagisce con le altre componenti del sistema della mobilità e va valutata nell'ambito del PUMS complessivo, considerando congiuntamente la componente passeggeri e quella merci e gli impatti sistemici prodotti.

Il caso più evidente è la modifica delle fasce orarie riservate al carico e scarico. Le finestre ristrette sono spesso il risultato di scelte deliberate, motivate da altre finalità di mobilità sostenibile: evitare la promiscuità fra flussi veicolari passeggeri e merci nelle ore di punta, preservare la fruibilità delle aree pedonali e delle zone a traffico limitato, ridurre i conflitti con il trasporto pubblico, la ciclabilità e i percorsi pedonali, tutelare la sicurezza stradale, contenere rumore ed emissioni in determinate fasce della giornata. L'ampliamento di una finestra aumenta la capacità nominale degli stalli, ma può compromettere tali obiettivi. Prima di proporlo è quindi opportuno esplicitare le ragioni della disciplina vigente e valutare gli effetti della modifica sull'intero sistema, e non soltanto in termini di aumento della capacità di carico e scarico.

Lo stesso principio vale per tutte le azioni. L'istituzione di nuovi stalli per riconversione di sosta ordinaria riduce l'offerta di parcheggio per residenti, visitatori e clienti e può trasferire la domanda di sosta su altre strade; uno spazio logistico di prossimità o un punto di ritiro modificano i percorsi di veicoli e utenti nel loro intorno; le limitazioni di accesso possono spostare flussi e operazioni verso zone limitrofe. Il piano dà conto di questi effetti con gli strumenti di valutazione adottati per le altre componenti del PUMS e riporta, accanto al ricalcolo dell'IPL, gli impatti sistemici attesi e le eventuali misure di mitigazione. Una riduzione dell'IPL non è, di per sé, una ragione sufficiente per adottare un intervento che peggiori in misura rilevante altre componenti del sistema della mobilità.

Azione	Diagnosi che affronta	Su che cosa agisce	Trattamento
Istituzione di nuovi posti di carico e scarico, anche per riconversione di sosta ordinaria	Offerta insufficiente; priva di offerta	Numero di posti	Ricalcolo ex ante. Il valore di progetto è il numero di posti previsti dal progetto o dall'ordinanza. La riduzione della sosta ordinaria va valutata nel PUMS complessivo (paragrafo 8.1).

Azione	Diagnosi che affronta	Su che cosa agisce	Trattamento
Estensione della finestra oraria autorizzata per il carico e scarico	Offerta insufficiente	Durata effettiva e capacità	Ricalcolo ex ante con la formula (2b), soltanto per le ore effettivamente rese disponibili e plausibilmente utilizzabili dalle consegne. La misura produce un effetto solo dove la capacità è limitata dalla fascia di riserva, cioè dove questa è inferiore a circa sette ore e mezza al giorno; dove lo stallo è già riservato per l'intera giornata feriale l'estensione non aumenta C_j,z. Le fasce ristrette possono rispondere ad altre finalità del piano, quali la separazione dai flussi di punta o la tutela di aree pedonali e ZTL: la modifica va valutata per i suoi effetti sistemici (paragrafo 8.1).
Controllo e sanzione della sosta irregolare sugli stalli; sensori di occupazione; prenotazione	Offerta inefficiente	Occupazione impropria u(z)	Scenario-obiettivo condizionato, da presentare separatamente e verificare ex post. Non si applicano riduzioni convenzionali. Gli studi mostrano quote rilevanti di uso non coerente delle aree di carico e scarico, ma con definizioni e contesti non direttamente trasferibili [20, 24].
Spazio logistico di prossimità o punto di consolidamento, con consegna finale a piedi, in cargo bike o con veicoli elettrici leggeri	Domanda strutturalmente elevata	Consegne D(z)	Valore obiettivo dichiarato e verificato ex post, salvo che il Comune disponga di evidenze locali documentate.
Punti di ritiro e armadietti automatici per i pacchi	Domanda strutturalmente elevata	Consegne D(z)	Valore obiettivo dichiarato e verificato ex post.
Limitazioni di accesso per classe ambientale; zone a zero emissioni	Qualunque	Composizione dei veicoli	Non modifica gli indici. Si riporta come azione di qualificazione ambientale.
Tavolo di confronto con operatori e associazioni di categoria	Qualunque	Nessuna grandezza	Azione abilitante, senza effetto quantificato. È comunque raccomandata.

Tabella 9. Azioni del livello minimo e loro trattamento nella valutazione.

Come richiamato al paragrafo 2.2, le eventuali criticità di accessibilità evidenziate dall'IC non sono oggetto delle misure previste dalla presente Guida operativa, ma costituiscono un segnale da considerare nelle altre componenti del PUMS dedicate alla gestione della rete stradale e della congestione.

Criterio di completamento: l'attività può considerarsi conclusa quando per ciascuna zona con criticità logistica il piano affianca la situazione attuale, il ricalcolo ex ante delle sole misure documentabili e gli eventuali scenari-obiettivo condizionati. Questi ultimi non sono sommati agli

effetti certi senza un'etichetta esplicita. Per ogni configurazione si riportano il valore centrale dell'IPL, la banda di sensitività e gli hotspot che restano irrisolti.

Le azioni singole possono non essere sufficienti e un pacchetto può portare il valore centrale sotto soglia. Tuttavia, il risultato va interpretato insieme alla sensitività: un IPL nominale appena inferiore a 1 non dimostra un superamento robusto della criticità. Nell'esempio del capitolo 10 il pacchetto raggiunge 0,97 solo nello scenario condizionato al conseguimento dell'obiettivo su u(z), e la banda attraversa ancora la soglia.

Strumento operativo di supporto al calcolo. Inserendo, nel file Excel fornito a corredo della presente Guida operativa, in entrambe le versioni descritte al paragrafo 7.4, le azioni che l'Amministrazione intende adottare per la mitigazione delle criticità individuate nelle singole zone, il modello aggiorna automaticamente i valori dei principali parametri e indicatori, nonché i risultati della relativa **analisi di sensitività**. In particolare, le misure finalizzate alla **riduzione dell'occupazione impropria** e alla **riduzione della domanda di consegna**, ad esempio mediante il consolidamento delle consegne o l'introduzione di armadietti automatici, possono essere inserite nel foglio **"Scenario di piano"**, inserendo i parametri obiettivo di u e di D per ciascuna zona. Le misure relative all'**incremento del numero di stalli** e alla **modifica delle fasce orarie riservate alle operazioni di carico e scarico** vanno invece inserite, per il gruppo di stalli interessato (colonne «ΔN piano» e «Hr piano»), nel foglio **"Dettaglio offerta stalli"**.

Gli esiti dello scenario di piano sono restituiti e consultabili direttamente all'interno del foglio "Scenario di piano" e nel foglio "Cruscotto di sintesi" (nella versione per le Città metropolitane, nei fogli "Cruscotto CM" e "Cruscotto zone"). Il file Excel, in entrambe le versioni, costituisce esclusivamente uno **strumento operativo di supporto** per il personale dell'Amministrazione nell'applicazione della metodologia descritta nella presente Guida operativa. Esso **non costituisce, di per sé, un output dell'applicazione**, né sostituisce gli elaborati, le basi dati e le risultanze tecniche prodotte e documentate nell'ambito delle singole fasi di analisi.

8.2 Gli indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio non richiede nuove attività: gli indicatori sono le stesse grandezze già calcolate, e la baseline è quindi disponibile nel momento stesso in cui il piano viene adottato.

Indicatore	Unità	Dove si legge	Cadenza
Posti di carico e scarico, per zona e totale	numero	Censimento del passo 3	Annuale
Occupazione impropria degli stalli	percentuale	Rilievo del passo 4	Biennale
Indice di pressione logistica e banda ±25%, per zona	adimensionale	Ricalcolo con i dati aggiornati	Biennale
Indice di congestione sugli archi dichiarati	adimensionale	Rilievo del passo 4	Biennale
Zone con criticità logistica e/o di accessibilità	numero	Classificazione del passo 4	Biennale

Indicatore	Unità	Dove si legge	Cadenza
Hotspot locali di carico e scarico	numero e localizzazione	Rilievo e mappa del passo 4	Biennale
Zone con classificazione IPL non robusta	numero	Banda di sensitività del passo 4	Biennale
Punti di ritiro e armadietti (locker) attivi ogni 10.000 abitanti	numero	Ricognizione dedicata (dati aperti o sopralluogo)	Annuale
Transiti di veicoli merci in area a traffico limitato, se esistono varchi elettronici	veicoli al giorno	Sistema dei varchi	Annuale
Azioni concluse sul totale previsto	rapporto	Tabella delle azioni	Annuale

Tabella 10. Indicatori minimi di monitoraggio.

Comparabilità nel tempo. La verifica successiva utilizza, per quanto possibile, gli stessi stalli, gli stessi giorni della settimana, la stessa fascia oraria e un periodo stagionale confrontabile con quello della baseline. La ripetizione dello stesso protocollo è ciò che consente di attribuire le variazioni alle misure di piano e non a differenze di stagione, di orario o di perimetro osservato. Qualsiasi variazione del perimetro, della disciplina della sosta o del protocollo va registrata, e i risultati non direttamente confrontabili vanno segnalati come tali.

9. La modulazione per dimensione di Comuni e Città metropolitane

La procedura è la stessa per tutti i Comuni, ma l'onere che comporta non lo è. Questo capitolo indica come si modula.

9.1 Classi A, B e C: Comuni singoli

	Classe A, fino a 100.000 ab.	Classe B, 100.001-250.000 ab.	Classe C, oltre 250.000 ab.
Numero minimo di zone	5	8	12
Archi stradali per l'indice di congestione	Da 3 a 5	Da 5 a 8	Da 5 a 8
Censimento degli stalli	Intero territorio comunale	Intero territorio comunale	Intero territorio comunale, con la fonte disponibile secondo la Tabella 7. Nelle zone residenziali periferiche a bassa densità di attività è ammessa la copertura parziale: la zona si ridisegna, di preferenza, sul perimetro censito oppure è dichiarata non valutata, secondo il paragrafo 6.1.

	Classe A, fino a 100.000 ab.	Classe B, 100.001-250.000 ab.	Classe C, oltre 250.000 ab.
Rilievo dell'occupazione impropria	Centro e zone urbane; nelle zone produttive sono ammessi i valori convenzionali	Centro e zone urbane; nelle zone produttive sono ammessi i valori convenzionali	Centro e zone urbane; nelle zone produttive sono ammessi i valori convenzionali

Tabella 11. Modulazione della procedura per i Comuni singoli.

Nelle zone residenziali periferiche a bassa densità di attività il censimento puntuale degli stalli produce poca informazione a fronte di molto lavoro: sono zone in cui le consegne sono quasi soltanto a domicilio e la sosta operativa avviene di norma senza conflitti rilevanti. Per questo, nei Comuni di classe C, è ammesso rilevare tali zone con copertura parziale, dichiarando il criterio adottato e le vie effettivamente osservate, e applicando una delle due soluzioni previste al paragrafo 6.1.

9.2 Classe D: le Città metropolitane

Per una Città metropolitana, applicare la procedura a ciascuno dei Comuni del territorio non è realistico e non sarebbe neppure utile: la logistica urbana pone problemi molto diversi nel capoluogo e in un Comune di tremila abitanti dell'entroterra. La procedura si applica quindi per parti, distinguendo due insiemi.

Insieme	Quali Comuni	Che cosa si fa
Nucleo	Il Comune capoluogo e i Comuni che soddisfano almeno una di queste condizioni: popolazione superiore a 20.000 abitanti; presenza di una zona a traffico limitato; presenza di un polo logistico o di una grande struttura di vendita.	Si applica la procedura completa, con zonizzazione interna e censimento degli stalli. Il capoluogo si tratta come un Comune di classe C.
Corona	Tutti gli altri Comuni del territorio metropolitano.	Si applica la procedura semplificata descritta di seguito: ciascun Comune costituisce una sola zona, la domanda si stima con le stesse formule e il censimento dell'offerta si limita al nucleo commerciale del centro abitato principale.

Tabella 12. Articolazione della procedura per le Città metropolitane.

Copertura territoriale e copertura di campo. Le due cose vanno tenute distinte. La copertura territoriale, cioè l'insieme dei Comuni per i quali si stima la domanda e si costruisce il quadro, riguarda l'intero territorio metropolitano. La copertura di campo, cioè dove si va materialmente a rilevare, non interessa necessariamente ogni Comune: è però opportuno che copra in modo trasparente i diversi contesti territoriali presenti, distinguendo almeno il capoluogo, i centri di corona di maggiore dimensione e i poli logistici o commerciali di rilievo metropolitano. I risultati dei rilievi descrivono i luoghi osservati e non vengono estesi agli altri attraverso coefficienti non verificati.

La procedura semplificata per la corona. In ciascun Comune della corona la zona di analisi coincide con il nucleo commerciale del centro abitato principale, individuato come l'area in cui si concentra almeno la metà dei punti di consegna del Comune e delimitata come aggregazione di sezioni di censimento intere. La zona così definita è il perimetro unico di riferimento: al suo interno si contano i punti di consegna, si legge la popolazione residente dal dato censuario e si censiscono i posti di carico e scarico. Il resto del territorio comunale non entra nel calcolo dell'indice e viene riportato nel quadro conoscitivo come area non valutata, con l'indicazione della popolazione e dei punti di consegna che vi ricadono.

La scelta è imposta dalla coerenza territoriale enunciata al capitolo 2. Calcolare la domanda sull'intero Comune e censire l'offerta nel solo nucleo commerciale produrrebbe un indice privo di significato: in un Comune di ottomila abitanti con il sessanta per cento dei punti di consegna e il trenta per cento dei residenti concentrati nel nucleo, il rapporto calcolato sulle due scale diverse risulterebbe oltre il doppio di quello corretto. Il Comune che disponga di risorse sufficienti può naturalmente estendere il censimento oltre il nucleo, ridefinendo di conseguenza il perimetro della zona.

Ulteriori semplificazioni: l'occupazione impropria si assume con il valore convenzionale delle zone urbane, salvo che il Comune non disponga di un rilievo proprio, e non si calcola l'IC. La procedura classifica quindi soltanto l'asse logistico mediante IPL, hotspot e regole per le zone senza offerta. La criticità di accessibilità resta non valutata, e questa limitazione va dichiarata.

Perché conviene comunque coprire la corona. La tentazione di limitare l'analisi al solo capoluogo va evitata per ragioni di conformità e di merito. Nei Comuni di corona i posti di carico e scarico spesso non esistono: quando $D(z) \geq C0$ la condizione "priva di offerta" individua una criticità logistica semplice da affrontare; quando $D(z) < C0$ si esegue invece la verifica qualitativa prevista al paragrafo 7.3, senza presumere automaticamente l'assenza di problemi.

La parte più onerosa non è il calcolo ma la raccolta: conviene richiedere ai Comuni del nucleo i propri dati sugli stalli prima di programmare qualunque rilievo, perché una parte li possiede già.

Per il calcolo è disponibile la versione del file Excel dedicata alle Città metropolitane, descritta al paragrafo 7.4, che applica in un unico file la distinzione fra nucleo e corona e le semplificazioni previste per la corona.

10. Un esempio applicativo

L'esempio riguarda un Comune di classe B con 120.000 abitanti e otto zone, con una zona a traffico limitato nel centro storico. I dati sono verosimili ma inventati e servono soltanto a mostrare la meccanica del calcolo. Nell'esempio non sono presenti generatori speciali che scaricano su strada, pertanto $G(z) = 0$ in tutte le zone. Si assume inoltre, a fini esemplificativi, che all'interno di ciascuna zona tutti gli stalli siano caratterizzati dal medesimo regime orario riservato alle operazioni di carico e scarico e, conseguentemente, dalla stessa capacità unitaria.

10.1 Domanda e offerta

Zona	F1	F2	F3	Abitanti	Consegne al giorno	Posti	u	Capacità	IPL	IC
Z1 Centro storico	180	420	350	9.000	1.026	22	0,45	363	2,83	1,55
Z2 Corona urbana	95	210	260	21.000	961	48	0,30	1.008	0,95	1,35
Z3 Nord	60	120	150	17.000	686	40	0,25	900	0,76	1,15
Z4 Sud	55	110	130	16.000	637	36	0,25	810	0,79	1,20
Z5 Produttiva	20	45	210	4.000	239	12	0,15	306	0,78	1,40
Z6 Ovest	45	95	110	19.000	674	42	0,25	945	0,71	1,10
Z7 Est	35	80	95	18.000	612	40	0,25	900	0,68	1,05
Z8 Periurbana	10	25	30	16.000	449	12	0,20	288	1,56	1,00

Tabella 13. Esempio: domanda, offerta e indici per zona.

Il calcolo per la zona Z1, passaggio per passaggio. Le consegne: 2,0 × 180 + 0,8 × 420 + 0,3 × 350 + 0,025 × 9.000 = 360 + 336 + 105 + 225 = 1.026 consegne al giorno. La capacità: 30 × 22 × (1 − 0,45) = 363 consegne al giorno. L'indice: 1.026 ÷ 363 = 2,83.

Il risultato indica che il fabbisogno stimato del centro storico è quasi tre volte la capacità convenzionale degli stalli dedicati. La differenza, oltre seicento fermate al giorno, rappresenta domanda non soddisfatta dagli stalli censiti e può tradursi in ricerca di sosta, uso di spazi alternativi, aree private non censite o sosta irregolare; non è corretto attribuirla automaticamente e per intero alla doppia fila. Anche la banda di sensitività, compresa fra 2,12 e 3,53, resta interamente sopra soglia: la criticità logistica è robusta.

Si noti il caso di Z8, la zona periurbana: poche attività e pochi abitanti, eppure un indice superiore a 1,5. Il motivo non è la domanda ma l'offerta, che è quasi inesistente. È il tipo di situazione che una lettura soltanto qualitativa non avrebbe individuato e che si risolve con un intervento di costo modesto.

10.2 Criticità

Zona	Classe	Diagnosi
Z1 Centro storico	Criticità logistica e di accessibilità	IPL = 2,83 e IC = 1,55. Offerta insufficiente e inefficiente; la banda 2,12-3,53 conferma una criticità logistica robusta.
Z2 Corona urbana	Criticità di accessibilità generale	IC = 1,35. L'IPL centrale è 0,95, ma la banda 0,72-1,19 attraversa la soglia: la pressione logistica è non robusta e va monitorata.
Z5 Produttiva	Criticità di accessibilità generale	IC = 1,40; IPL = 0,78 e banda 0,59-0,98. La pressione sugli stalli resta nominalmente sotto soglia.

Zona	Classe	Diagnosi
Z8 Periurbana	Criticità logistica	IPL = 1,56, IC = 1,00 e banda 1,17-1,95. L'offerta è insufficiente e la criticità logistica è robusta.
Z3, Z4, Z6, Z7	Nessuna criticità rilevata	Entrambi gli indici sono sotto soglia, non risultano hotspot e le bande IPL restano inferiori a 1.

Tabella 14. Esempio: classificazione e diagnosi.

Il quadro distingue una zona con criticità combinata, una con sola criticità logistica e due con sola criticità di accessibilità generale. La sensitività evidenzia inoltre che Z2, pur restando nominalmente sotto soglia per l'IPL, è una zona di confine nella quale un aggiornamento dei dati o una composizione settoriale diversa può modificare la diagnosi.

10.3 Azioni sulla zona critica ed effetto atteso

Per Z1 il piano prevede tre azioni. Gli stalli del centro storico sono riservati al carico e scarico per l'intera giornata feriale, quindi C_j,z vale 30 per tutti i posti e l'estensione della fascia di riserva non produrrebbe alcun effetto: resta una sola variabile documentabile su cui agire, il numero di posti. Il piano prevede pertanto ventidue nuovi posti, ricavati per riconversione di sosta ordinaria (la corrispondente riduzione di ventidue posti di sosta ordinaria è valutata nel PUMS complessivo, secondo il paragrafo 8.1), che portano N(z) da 22 a 44; un programma di controllo con sensori e prenotazione, che costruisce uno scenario condizionato al raggiungimento di u(z) = 0,20, verificabile soltanto con il rilievo successivo; e uno spazio logistico di prossimità ai margini dell'area a traffico limitato, il cui effetto atteso sulla domanda non viene conteggiato nella tabella seguente.

Configurazione	Consegne	Posti	Capacità per posto	u	Capacità	IPL
Situazione attuale	1.026	22	30	0,45	363	2,83
Solo i nuovi posti	1.026	44	30	0,45	726	1,41
Solo scenario-obiettivo u = 0,20	1.026	22	30	0,20	528	1,94
Pacchetto: nuovi posti + u = 0,20	1.026	44	30	0,20	1.056	0,97

Tabella 15. Esempio: ricalcoli ex ante e scenario condizionato sulla zona critica.

Nel caso **"Pacchetto: nuovi posti + u obiettivo = 0,20"**, lo scenario è di tipo condizionato e, qualora l'obiettivo di riduzione di u venga effettivamente raggiunto, l'IPL passerebbe da **2,83 a 0,97**. Il risultato non equivale a un effetto ex ante certo, perché dipende dal raggiungimento di u = 0,20. Inoltre, la banda di sensitività della configurazione finale (IPL±25%) è 0,73-1,21 e attraversa la soglia: la zona scende sotto 1 nello scenario centrale, ma l'eliminazione della criticità logistica non è robusta poiché nello scenario più pessimistico dell'analisi di sensitività il valore di IPL è ancora maggiore di 1. Nessuna misura singola raggiunge il risultato, ed è questa l'informazione che serve a chi deve decidere quali interventi finanziare. Va osservato che il numero di posti necessario è elevato, e che questo è di per sé un esito informativo: dove la domanda è tre volte

la capacità, la sola offerta di stalli difficilmente basta e il ricorso a misure sulla domanda, come lo spazio logistico di prossimità, non è un'alternativa ma una necessità.

L'IC della zona resta 1,55 e non viene ricalcolato: le misure considerate agiscono sulla sosta operativa e non dimostrano una riduzione apprezzabile dei tempi di percorrenza generali. Nello scenario centrale Z1 passa quindi dalla criticità combinata alla sola criticità di accessibilità generale; sull'asse logistico il risultato resta condizionato e non robusto. Le azioni sulla congestione appartengono alle altre strategie del PUMS.

11. Gli elaborati ad esito della procedura

Il livello minimo si considera soddisfatto quando l'atto di integrazione al PUMS trasmesso alla Direzione generale per il trasporto pubblico locale ai sensi dell'art. 2 del Decreto Direttoriale n. 213/2026 contiene i cinque elaborati seguenti (oppure gli elaborati estesi che li sostituiscono, secondo il paragrafo 11.2), completi dei campi indicati e fra loro coerenti. La verifica consiste nel controllare la presenza e la coerenza, non nel valutare il merito delle scelte.

Elaborato	Criterio di completamento	Criterio della griglia che soddisfa
1. Zone	File georeferenziato delle zone con codice zona, codice comune e provincia, denominazione, tipo di zona, popolazione. Tabella con segnalazione di eventuali ZTL e codice delle sezioni censuarie incluse nella zona. Per ogni zona va dichiarato se il perimetro di calcolo coincide con quello del censimento dell'offerta; le eventuali aree non valutate vanno rappresentate e motivate.	Analisi della domanda di mobilità merci
2. Domanda	Tabella per zona con fonte e data, punti F1-F3, popolazione, generatori speciali con metodo di stima e contributo G(z), consegne giornaliere stimate ed eventuali componenti non quantificate e un file georeferenziato con i punti di consegna, esplicitandone il tipo (F1, F2, F3 o GS).	Analisi della domanda di mobilità merci
3. Offerta	File georeferenziato dei posti di carico e scarico con localizzazione, numero per zona e per gruppo omogeneo di fascia oraria di riserva, con la relativa durata; perimetri e varchi delle aree a traffico limitato e relative informazioni e delle zone pedonali; eventuali limitazioni di massa sulla rete; grado di copertura del censimento.	Analisi dell'offerta di reti e servizi
4. Indici e criticità	Tabella per zona con stalli, occupazione impropria, date e campione del rilievo, O(z), IPL centrale e banda ±25%, IC, archi misurati, hotspot, classe di criticità, robustezza e diagnosi.	Dinamiche della logistica urbana
5. Azioni e monitoraggio	Tabella delle azioni con zona, criticità, grandezza modificata, valore attuale e di progetto oppure scenario-obiettivo condizionato; ricalcolo dove ammesso; tabella dei dieci indicatori con baseline, obiettivo e cadenza.	Razionalizzazione della logistica urbana, nello scenario e nel monitoraggio

Tabella 16. Elaborati minimi e corrispondenza con i criteri di verifica.

11.1 Le dichiarazioni essenziali dell'atto di integrazione al PUMS

In ogni elaborato è opportuno dichiarare la fonte utilizzata per ciascuna informazione, l'anno o la data di riferimento e il grado di copertura raggiunto. Dove sono stati adottati valori convenzionali in luogo di un rilievo, è opportuno indicarlo. Non è una formalità: è ciò che consente di rifare il calcolo, di confrontarlo con quello di un altro Ente e di aggiornarlo fra due anni sapendo che cosa è cambiato.

11.2 Gli approfondimenti facoltativi

L'Ente (Comune o Città metropolitana) che, all'esito della verifica di conformità, sia risultato non conforme, ma disponga di indagini merci, di una matrice origine/destinazione, di dati di percorrenza da flotte veicolari o di un modello di simulazione con la componente merci può utilizzarli per produrre elaborati estesi che si aggiungono e/o sostituiscono e/o integrano gli elaborati elencati. In caso di sostituzione, è opportuno che gli elaborati estesi riportino almeno i contenuti e i campi richiesti per i corrispondenti elaborati minimi della Tabella 16, perché questi costituiscono la base comune per la confrontabilità fra i nodi urbani e per la verifica. In questo caso i valori stimati localmente, ad esempio le consegne per zona ricavate da indagini o da un modello calibrato, possono sostituire i coefficienti nazionali nella classificazione delle zone e nella definizione delle azioni, purché fonti e metodo siano dichiarati secondo il paragrafo 11.1. Accanto a essi va comunque riportato l'IPL calcolato con i coefficienti nazionali, con la relativa banda di sensitività, che resta il riferimento per il confronto fra i nodi urbani.

11.3 Revisione di questa Guida operativa

I valori convenzionali e le soglie contenuti in questo documento sono sostenuti, con livelli diversi di evidenza, dalla letteratura richiamata nell'appendice A. Alcuni derivano da misure empiriche, altri da trasformazioni esplicite o da indicazioni operative. Non costituiscono una calibrazione del contesto italiano e vanno verificati mediante applicazioni pilota in Comuni di diversa dimensione, confronti con indagini merci esistenti e raccolta sistematica di dwell time, fermate, occupazione e generatori speciali.

Fino ad allora l'uniformità dei valori centrali consente una base di confronto comune, ma non garantisce l'esattezza del valore assoluto né la stabilità dell'ordinamento fra zone con composizioni economiche diverse.

Per questo, nel calcolo minimo, i coefficienti nazionali non vanno sostituiti: una stima locale si aggiunge in parallelo e ogni zona è accompagnata dalla banda di sensitività. Chi presenta elaborati estesi in sostituzione di quelli minimi può invece adottare valori locali documentati, riportando comunque l'IPL calcolato con i coefficienti nazionali (paragrafo 11.2). Le revisioni future potranno differenziare i parametri per contesto quando le applicazioni produrranno una base empirica sufficiente.

Appendice A. I valori convenzionali e le soglie: riferimenti

L'appendice documenta l'origine, la trasformazione e i limiti di tutti i valori numerici utilizzati: coefficienti di domanda, parametri di capacità, valori sostitutivi, soglie degli indici e minimi operativi di rilievo. L'obiettivo non è attribuire ai valori una precisione che i dati non consentono, ma rendere ogni assunzione verificabile, riproducibile e aggiornabile.

I parametri appartengono a tre categorie: valori ancorati a osservazioni empiriche, valori derivati mediante passaggi di calcolo espliciti e indicazioni operative stabilite per uniformare l'applicazione. Nessuno dei valori convenzionali costituisce un intervallo di confidenza o una stima causale. È opportuno accompagnare il calcolo centrale con la sensitività e, quando disponibile, da un confronto con evidenze locali.

A.1 Criterio di selezione e livelli di evidenza

Un valore è adottato quando soddisfa congiuntamente quattro condizioni: coerenza con la grandezza che il Comune può osservare e governare; ordine di grandezza compatibile con più studi o con una fonte istituzionale; calcolo replicabile con dati accessibili; semplicità sufficiente per un livello minimo nazionale. La letteratura è usata soprattutto per delimitare intervalli plausibili e per evitare coefficienti incompatibili con le evidenze, non per trasferire automaticamente medie estere al contesto italiano.

Le fonti empiriche differiscono per unità di osservazione. Alcune contano consegne o ritiri presso gli esercizi, altre movimenti veicolari, pacchi, soste o tempo di occupazione. Ogni conversione è quindi esplicitata. In particolare, un pacco non coincide con una fermata, una visita di servizio non coincide sempre con una consegna e la superficie non sostituisce settore, addetti e organizzazione logistica. Dove la conversione richiede ipotesi non osservate, il parametro è qualificato come convenzionale.

La trasferibilità è limitata da forma urbana, regolazione del bordo strada, mix settoriale, dimensione degli esercizi, caratteristiche dei veicoli e pratiche logistiche. I valori nazionali servono alla comparabilità procedurale; non assicurano che due zone con lo stesso IPL abbiano identica probabilità di doppia fila o identiche condizioni operative.

A.2 Coefficienti di domanda

Classe F1: 2,0 consegne/giorno/punto. Cherrett et al. [6], sintetizzando numerose indagini britanniche, riportano per le attività di High Street fino a circa dieci consegne settimanali di merci, oltre alle visite di servizio. Dieci consegne corrispondono a 1,7-2,0 per giorno se distribuite su sei o cinque giorni operativi. Valori analoghi emergono a Lisbona, 9,8-13,2 consegne settimanali [25], e a Belo Horizonte, 1,1-1,6 viaggi giornalieri nella ristorazione [26]. Si adotta 2,0 per la classe ad alta frequenza. Il coefficiente non si applica ai supermercati, che hanno profili e dimensioni troppo eterogenei, né consente di distinguere le filiere all'interno della classe.

Classe F2: 0,8 consegne/giorno/punto. Il valore equivale a circa quattro consegne in una settimana lavorativa ed è collocato deliberatamente sotto la media High Street. Non è una stima direttamente ricavata da [6]. A Lisbona la mediana delle categorie non alimentari è di circa 4,6 consegne settimanali [25]. I report sulla freight trip generation e il confronto internazionale più recente mostrano che settore e dimensione dell'impresa sono determinanti [16, 23, 25]; perciò 0,8 è una convenzione centrale per attività non alimentari ordinarie e rappresenta uno dei coefficienti con maggiore incertezza.

Classe F3: 0,3 consegne/giorno/punto. Le indagini francesi FRETURB e quelle di Parigi e Bordeaux stimano movimenti per addetto e documentano differenze marcate per attività e dimensione [13, 18, 19]. Tassi dell'ordine di 0,2-0,3 movimenti per addetto alla settimana non possono essere trasformati in modo univoco in consegne per punto senza conoscere gli addetti. Tassi analoghi emergono per gli uffici a Stoccolma [27] e in Svizzera [28]: 0,3 consegne/giorno corrispondono a un'unità di circa 4-10 addetti. Il valore 0,3 è quindi riferito a piccole unità locali a bassa frequenza; grandi uffici, strutture sanitarie con degenza e grandi strutture ricettive o produttive sono trattati come generatori speciali.

Consegne a domicilio: 0,025 fermate/giorno/abitante. AGCOM rileva 1,220 miliardi di pacchi in un anno [14], ma il dato non distingue in modo completo le destinazioni residenziali né il numero di pacchi consegnati nella stessa fermata. Il coefficiente centrale è ottenuto da $k_{dom} = V_p \cdot q_{res} / (Pop \cdot G \cdot m)$, con V_p = 1,220 miliardi di pacchi/anno, q_{res} = 0,60 quota convenzionale a destinazione residenziale, Pop = 59 milioni di abitanti, G = 250 giorni operativi e m = 2 pacchi per fermata: $k_{dom} \approx 0{,}0248$. Variando q_{res} fra 0,50 e 0,70 e m fra 1,5 e 2,5, l'intervallo di scenario è circa 0,017-0,039. Il valore 0,025 è pertanto centrale e non direttamente osservato. Stime europee indipendenti, riportate a 250 giorni operativi, danno valori analoghi: circa 0,025 fermate/abitante/giorno in Belgio [29] e 0,028 consegne/abitante/giorno nella regione di Parigi [30], con dati 2015-2016; i giri Amazon indicano 1,6-1,7 pacchi per fermata [31], entro l'intervallo assunto per m.

Generatori speciali G(z). Le evidenze NCHRP/NCFRP, i modelli di Roma e il confronto internazionale confermano che non esiste un tasso unico trasferibile per grandi generatori [16, 22, 23, 32]. Il dato locale è quindi da preferire. Il valore di 10 consegne/giorno ogni 1.000 m² è mantenuto soltanto come fallback per supermercati e strutture alimentari che scaricano sul

bordo strada; è un'approssimazione debole, non una funzione di generazione calibrata, ma dello stesso ordine delle 5,64 consegne settimanali ogni 100 m² rilevate nel commercio alimentare britannico, pari a 9-11 al giorno ogni 1.000 m² [6]. Per le altre categorie non si applica alcun coefficiente per superficie.

A.3 Parametri di capacità e occupazione

Durata media ts = 15 minuti. Le indagini britanniche e nordamericane riportano valori che variano con veicolo, merce, edificio, distanza dalla destinazione e numero di destinatari; molte operazioni ricadono fra 10 e 30 minuti, ma sono documentate code più lunghe [6, 8, 21, 24, 25, 33-35]. Quindici minuti è un riferimento centrale per stalli destinati prevalentemente a veicoli commerciali leggeri e consegne ordinarie. Non è appropriato per traslochi, cantieri, grandi forniture o edifici complessi [33, 35].

Finestra H0 = 4 ore e quota pH = 0,55. La letteratura segnala una forte concentrazione mattutina, spesso dell'ordine della metà o poco più delle operazioni giornaliere [6, 8, 17, 21, 36]. Gli intervalli temporali non coincidono però sempre con quattro ore [6, 36]. H0 è una finestra standard di piano e pH è un raccordo convenzionale, scelto fra 0,50 e 0,60 per rendere coerente il passaggio dalla capacità di punta a quella giornaliera. Andrebbero sostituiti nel calcolo parallelo locale quando varchi o rilievi forniscono la distribuzione oraria effettiva.

Disponibilità giornaliera dello stallo. La conversione da capacità di punta a capacità giornaliera presuppone che lo stallo sia riservato per un arco orario che comprende la punta e una parte rilevante del resto della giornata. La verifica condotta su regolamenti e ordinanze comunali italiani mostra che questa è l'impostazione prevalente: le fasce di riserva sono tipicamente ampie, articolate fra mattina e pomeriggio, e in assenza di indicazione oraria sulla segnaletica lo stallo si intende riservato senza limiti di orario. Tuttavia, possono essere presenti stalli caratterizzati da fasce di riserva più ristrette, per i quali l'assunzione non risulta applicabile. Ciò può verificarsi, in particolare, nelle aree a traffico limitato o in altri contesti in cui l'accesso o l'utilizzo degli stalli sia consentito solo in determinate finestre temporali. In tali casi si applica la formula (2b) e la capacità del singolo stallo è determinata in funzione della durata effettiva della fascia di riserva, con valori inferiori rispetto alla capacità giornaliera standard.

Capacità C0 = 30 consegne/giorno/posto. Con ts = 15 minuti uno stallo può ospitare teoricamente 16 operazioni in quattro ore; riportando il valore al giorno con pH = 0,55 si ottiene 29,1, arrotondato a 30 [17, 37]. Applicando lo stesso procedimento ai parametri osservati a Querétaro si ottengono circa 32-34 fermate al giorno per stallo [37]. La capacità è nominale: presume arrivi perfettamente compatibili, assenza di tempi morti e piena sostituibilità dello stallo. In presenza di variabilità, la qualità del servizio può deteriorarsi prima di IPL = 1; il valore tende quindi a essere generoso e a contenere l'IPL.

Occupazione impropria u = 0,40 / 0,25 / 0,15. Le osservazioni di Seattle e di Santander mostrano quote rilevanti di uso delle aree di carico e scarico da parte di veicoli passeggeri o di servizio e

marcate differenze spaziali [20, 24, 38]; a Santander circa il 30% dello spazio riservato al carico e scarico risulta usato impropriamente [38]. Le definizioni e le metriche non coincidono esattamente con u, che in questa Guida operativa è una quota di osservazioni nel tempo. I tre valori non sono quindi medie stimate rispettivamente per centri storici, zone urbane e produttive: sono default ordinati, scelti entro l'ordine di grandezza osservato e da sostituire appena possibile con il rilievo locale.

Un posto equivalente ogni 7 metri. È una convenzione geometrica riferita a un veicolo commerciale leggero più margine di manovra. Non è una norma progettuale e non va usata quando la disciplina locale individua gli stalli o quando il traffico merci comprende frequentemente veicoli rigidi o articolati. In tali casi prevalgono progetto, segnaletica e verifica diretta.

A.4 Soglie, classificazione e robustezza

Soglia IPL = 1,0. È il punto di uguaglianza fra domanda giornaliera convenzionale e capacità nominale; non deriva da una regressione né da una soglia osservata di doppia fila. Per effetto della variabilità degli arrivi e della localizzazione, attese e conflitti possono comparire anche con IPL inferiore a 1 [24, 38]. La soglia separa saturazione nominale e margine nominale, non "problema" e "assenza di problema" in senso assoluto.

Soglia IC = 1,3. Il Travel Time Index esprime il rapporto tra tempo in punta e tempo in condizioni scariche [39]. I dati FHWA e TTI riportano valori medi nell'intervallo circa 1,18-1,45 secondo dimensione e rete [15, 39, 40]. Questi valori non validano 1,3 per le strade italiane: la soglia è scelta come riferimento nazionale semplice per un aumento del 30 per cento e serve soltanto a identificare una criticità di accessibilità generale. Non entra nella determinazione della criticità logistica.

Domanda ridotta con N(z) = 0. Il valore C0 = 30 non è una soglia di irrilevanza della domanda. È usato soltanto per distinguere una zona priva di offerta con fabbisogno almeno equivalente a uno stallo da una situazione che richiede verifica qualitativa. Anche poche fermate possono essere critiche in una strada stretta, in prossimità di fermate del trasporto pubblico o in assenza di qualsiasi spazio legale [41].

Hotspot locale. La regola di due osservazioni in giornate diverse, oppure di un singolo conflitto rilevante, è una prescrizione operativa a basso costo e non una soglia statistica. Compensa parzialmente l'ipotesi di sostituibilità degli stalli e impedisce che una media zonale favorevole nasconda una criticità puntuale. L'hotspot non quantifica la frequenza annuale del fenomeno.

Sensitività ±25%. La perturbazione congiunta della domanda è uno stress test, non un intervallo di confidenza. È stata scelta per segnalare classificazioni vicine alla soglia senza introdurre distribuzioni probabilistiche non supportate dai dati. Non sostituisce una sensitività per singolo coefficiente in studi avanzati e non copre errori eccezionali, generatori speciali omessi o incompletezza grave della fonte.

A.5 Sintesi dei valori convenzionali e delle soglie

La tabella seguente sintetizza il valore centrale, la natura della base conoscitiva e il principale limite applicativo. Le descrizioni estese dei paragrafi precedenti prevalgono sulla sintesi.

Parametro	Valore adottato	Base principale	Impiego e limite
F1	2,0 consegne/giorno/punto	Indagini High Street [6], [25, 26]	Estremo alto di 1,7-2,0; esclusi supermercati e grandi generatori.
F2	0,8 consegne/giorno/punto	Convenzione coerente con [6, 16, 23, 25]	Circa 4/settimana; elevata eterogeneità settoriale.
F3	0,3 consegne/giorno/punto	FRETURB, indagini francesi e studi sugli uffici [13, 18, 19, 27, 28]	Per piccole unità; i tassi per addetto non si trasferiscono direttamente per punto.
Consegne a domicilio	0,025 fermate/giorno/abitante	Pacchi AGCOM [14], [29-31] + ipotesi esplicite	Scenario centrale; pacchi, quota residenziale e fermate non coincidono.
Generatori speciali	Dato locale; fallback alimentare 10/1.000 m²/giorno	FTG [6, 16, 22, 23, 32] e convenzione	Fallback solo per dettaglio alimentare su strada; alta incertezza.
Durata fermata ts	15 minuti	Rilievi e modelli di dwell time [6, 8, 21, 24, 25, 33-35]	Valore centrale; forte variabilità per edificio, merce e veicolo.
Finestra H0	4 ore	Prescrizione operativa	Finestra standard, da sostituire se è nota quella locale.
Quota pH	0,55	Concentrazione mattutina [6, 8, 17, 21, 36] + convenzione	Raccordo temporale; non quota nazionale osservata su quattro ore.
Capacità C0	30 fermate/giorno/posto	Derivata: (60·4/15)/0,55 coerente con [17, 37]	Capacità nominale arrotondata e tendenzialmente generosa.
Occupazione impropria u	0,40 centro; 0,25 urbano; 0,15 produttivo	Uso del curb a Seattle e Santander [20, 24, 38] + default ordinati	Non medie calibrate per tipologia italiana; preferire il rilievo.
Soglia IPL	1,0	Uguaglianza domanda/capacità coerente con [24, 38]	Saturazione nominale, non soglia di qualità del servizio.
Soglia IC	1,3	Travel Time Index e confronto FHWA [15, 39, 40]	Soglia di screening; non attribuisce causalità alle merci.
Domanda ridotta senza stalli	D < C0	Grandezza derivata coerente con [41]	Attiva verifica qualitativa; non implica assenza di criticità.
Lunghezza per posto	7 m	Convenzione geometrica	Solo posto equivalente per veicolo commerciale leggero.
Sensitività	±25% su D(z)	Prescrizione di robustezza	Stress test, non intervallo statistico.
Hotspot	2 passaggi su giorni diversi o 1 conflitto rilevante	Prescrizione operativa	Integra la media zonale; non stima la frequenza annuale.

Tabella 17. Sintesi dei valori convenzionali, delle basi conoscitive e dei limiti.

A.6 Minimi operativi di zonizzazione e rilievo

I minimi seguenti sono indicazioni di fattibilità e uniformità. Non derivano da un calcolo di potenza statistica e non garantiscono margini di errore predeterminati. La loro validità operativa andrebbe verificata nelle applicazioni pilota; il Comune può sempre aumentare campione, giornate e archi.

Prescrizione	Minimo	Finalità	Limite
Zone per classi A/B/C	5 / 8 / 12	Evitare che centro, periferie e aree produttive siano mediati in poche unità.	Soglie operative per dimensione demografica, non ottimo statistico.
Controllo mediante confronto con rilievi a campione	Allerta se scarto >30%	Individuare omissioni macroscopiche nella fonte dei punti.	Si tratta di una verifica a campione; non certifica la completezza.
Giornate per u(z)	2 non consecutive; 3 se cambia la classe	Ridurre la dipendenza da un singolo giorno e risolvere esiti discordanti.	Non copre stagionalità, eventi o variabilità settimanale completa.
Passaggi per u(z)	4 al giorno in circa 3 ore per 2 giorni lavorativi	Osservare più stati degli stalli nella finestra principale.	Campionamento discreto, non misura continua del tempo.
Stalli osservati	Centro: 30% e almeno 10; urbano: almeno 5; produttivo: almeno 3, o tutti se meno di 3	Distribuire il rilievo fra contesti e contenere l'onere.	Non produce un intervallo di confidenza; la scelta spaziale deve essere dichiarata.
Archi per IC	3-5 in classe A; 5-8 in B/C	Rappresentare gli accessi alle zone a maggiore domanda.	Non ricostruisce la congestione dell'intera rete.
Percorrenze per arco	3 in punta e 3 in morbida	Ottenere una media minima replicabile.	Numero ridotto, sensibile a incidenti e condizioni anomale da registrare.

Tabella 18. Natura e limiti dei minimi operativi della procedura.

A.7 Trasferibilità, calibrazione e aggiornamento

I riferimenti bibliografici utilizzati in questo documento provengono in larga parte da contesti non italiani e sono impiegati per sostenere l'ordine di grandezza e la struttura del metodo, non per attribuire validità puntuale ai coefficienti. La prima fase di attuazione riguarda l'adeguamento minimo dei PUMS vigenti dei 50 nodi urbani nazionali; a seguire, la procedura potrà trovare applicazione su più ampia scala. Le prime applicazioni dovrebbero includere Comuni piccoli, medi, metropolitani, turistici e produttivi; confrontare IPL e hotspot con indagini merci disponibili; misurare dwell time, distribuzione oraria, uso improprio e generatori speciali; verificare quante zone cambiano classe nella sensitività. Solo dopo una base empirica sufficiente sarà opportuno differenziare i valori per contesto. Fino ad allora il calcolo nazionale e quello locale restano affiancati, anche quando gli elaborati estesi sostituiscono quelli minimi e il valore locale guida la classificazione delle zone (paragrafo 11.2), ed è opportuno che ogni revisione conservi la tracciabilità delle fonti, delle formule e della versione dei coefficienti.

Bibliografia

I riferimenti sostengono la scelta delle grandezze, gli ordini di grandezza dei parametri e la distinzione fra screening e analisi avanzate. Salvo dove espressamente indicato, non attribuiscono validità statistica ai valori adottati, che restano indicazioni da verificare con applicazioni pilota.

[1] European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport (2026), Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan, 3rd edition, European Urban Mobility Observatory, Bruxelles.

[2] Aifandopoulou, G., Xenou, E. (2019), Sustainable Urban Logistics Planning, SUMP Topic Guide, NOVELOG/CIVITAS, Bruxelles.

[3] European Commission (2021), The New EU Urban Mobility Framework, COM(2021) 811 final.

[4] Commission Recommendation (EU) 2023/550 of 8 March 2023 on National Support Programmes for Sustainable Urban Mobility Planning.

[5] Regolamento (UE) 2024/1679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 giugno 2024 sugli orientamenti dell'Unione per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti, in particolare gli articoli 40 e 41 e l'Allegato V.

[6] Cherrett, T., Allen, J., McLeod, F., Maynard, S., Hickford, A., Browne, M. (2012), Understanding urban freight activity: key issues for freight planning, Journal of Transport Geography, 24, 22-32.

[7] Dablanc, L. (2007), Goods transport in large European cities: difficult to organize, difficult to modernize, Transportation Research Part A, 41(3), 280-285.

[8] Jaller, M., Holguín-Veras, J., Hodge, S. D. (2013), Parking in the city: challenges for freight traffic, Transportation Research Record, 2379, 46-56.

[9] Dalla Chiara, G., Goodchild, A. (2020), Do commercial vehicles cruise for parking? Empirical evidence from Seattle, Transport Policy, 97, 26-36.

[10] Ibeas, A., Moura, J. L., Nuzzolo, A., Comi, A. (2012), Urban freight transport demand: transferability of survey results analysis and models, Procedia Social and Behavioral Sciences, 54, 1068-1079.

[11] Allen, J., Piecyk, M., Piotrowska, M., McLeod, F., Cherrett, T. et al. (2018), Understanding the impact of e-commerce on last-mile light goods vehicle activity in urban areas, Transportation Research Part D, 61, 325-338.

[12] Ministero delle infrastrutture e dei trasporti (2017), Decreto 4 agosto 2017, Individuazione delle linee guida per i piani urbani di mobilità sostenibile, e successive modificazioni.

[13] Routhier, J.-L., Toilier, F. (2007), FRETURB V3, a policy oriented software tool for modelling urban goods movement, 11th World Conference on Transport Research, Berkeley.

[14] Autorità per le garanzie nelle comunicazioni (2026), Osservatorio sulle comunicazioni n. 2/2026, dati annuali 2025 e primo trimestre 2026, Roma.

[15] Federal Highway Administration (2019), Status of the Nation's Highways, Bridges, and Transit: Conditions and Performance, capitolo 4, Mobility and Access, Washington.

[16] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2012), Freight Trip Generation and Land Use, NCHRP Report 739 / NCFRP Report 19, The National Academies Press, Washington, DC, doi: 10.17226/22659.

[17] Campbell, S., Holguín-Veras, J., Ramirez-Rios, D. G., González-Calderón, C., Kalahasthi, L., Wojtowicz, J. (2018), Freight and service parking needs and the role of demand management, European Transport Research Review, 10, 47, doi: 10.1186/s12544-018-0309-5.

[18] Toilier, F., Serouge, M., Routhier, J.-L., Patier, D., Gardrat, M. (2016), How can Urban Goods Movements be Surveyed in a Megacity? The Case of the Paris Region, Transportation Research Procedia, 12, 570-583, doi: 10.1016/j.trpro.2016.02.012.

[19] Bonnafous, A., Patier, D., Routhier, J.-L., Toilier, F., Serouge, M. (2016), French Surveys of the Delivery Approach: From Cross-section to Diachronic Analyses, Transportation Research Procedia, 12, 181-192, doi: 10.1016/j.trpro.2016.02.057.

[20] Girón-Valderrama, G. C., Machado-León, J. L., Goodchild, A. (2019), Commercial Vehicle Parking in Downtown Seattle: Insights on the Battle for the Curb, Transportation Research Record, 2673(10), 770-780, doi: 10.1177/0361198119849062.

[21] Kim, H., Goodchild, A., Boyle, L. N. (2021), Empirical analysis of commercial vehicle dwell times around freight-attracting urban buildings in downtown Seattle, Transportation Research Part A, 147, 320-338, doi: 10.1016/j.tra.2021.02.019.

[22] Nuzzolo, A., Comi, A. (2014), Urban freight demand forecasting: a mixed quantity/delivery/vehicle-based model, Transportation Research Part E, 65, 84-98, doi: 10.1016/j.tre.2013.12.014.

[23] Amaral, J., Holguín-Veras, J., Roorda, M. J., et al. (2026), Freight trip generation in metropolitan areas: an international perspective, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 204, 104847, doi: 10.1016/j.tra.2025.104847.

[24] Urban Freight Lab, University of Washington (2019), The Final 50 Feet of the Urban Goods Delivery System: Tracking Curb Use in Seattle, Supply Chain Transportation and Logistics Center, Seattle.

[25] Alho, A. R., de Abreu e Silva, J. (2015), Lisbon's Establishment-based Freight Survey: revealing retail establishments' characteristics, goods ordering and delivery processes, European Transport Research Review, 7(2), 16.

[26] de Oliveira, L. K., de Albuquerque Nóbrega, R. A., Ebias, D. G. (2017), Analysis of freight trip generation model for food and beverage in Belo Horizonte (Brazil), REGION, 4(1), 17-30.

[27] Sánchez-Díaz, I. (2020), Assessing the magnitude of freight traffic generated by office deliveries, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 142, 279-289.

[28] Todesco, P., Ruesch, M. (2024), Freight Trip Generation in Switzerland, Transportation Research Procedia, 79, 116-122.

[29] Beckers, J., Cardenas, I., Sánchez-Díaz, I. (2022), Managing household freight: the impact of online shopping on residential freight trips, Transport Policy, 125, 299-311, doi: 10.1016/j.tranpol.2022.06.009.

[30] Dablanc, L., Morganti, E., Arvidsson, N., Woxenius, J., Browne, M., Saidi, N. (2017), The rise of on-demand 'Instant Deliveries' in European cities, Supply Chain Forum: An International Journal, 18(4), 203-217, doi: 10.1080/16258312.2017.1375375.

[31] Merchán, D., Arora, J., Pachon, J., Konduri, K., Winkenbach, M., Parks, S., Noszek, J. (2024), 2021 Amazon Last Mile Routing Research Challenge: Data Set, Transportation Science, 58(1), 8-11, doi: 10.1287/trsc.2022.1173.

[32] Mafla-Hernández, F. J., Gonzalez-Calderon, C. A., Posada-Henao, J. J. (2025), Freight trip generation modeling for large facilities in urban areas: an empirical investigation, Transport Policy, 163, 102-115, doi: 10.1016/j.tranpol.2025.01.008.

[33] Kalahasthi, L. K., Sánchez-Díaz, I., Castrellon, J. P., Gil, J., Browne, M., Hayes, S., Sentís Ros, C. (2022), Joint modeling of arrivals and parking durations for freight loading zones: potential applications to improving urban logistics, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 166, 307-329.

[34] Dalla Chiara, G., Krutein, K. F., Ranjbari, A., Goodchild, A. (2021), Understanding Urban Commercial Vehicle Driver Behaviors and Decision Making, Transportation Research Record, 2675(9), 608-619, doi: 10.1177/03611981211003575.

[35] Mjøsund, C. S., Hovi, I. B. (2022), GPS data as a basis for mapping freight vehicle activities in urban areas – A case study for seven Norwegian cities, Research in Transportation Business & Management, 45, 100908.

[36] Danielis, R., Maggi, E., Rotaris, L., Valeri, E. (2011), Le filiere della distribuzione urbana delle merci a Roma: attori ed efficienza, XIII Riunione Scientifica SIET, Messina, Working Papers SIET 2011, ISSN 1973-3208.

[37] Ochoa-Olán, J. de J., Betanzo-Quezada, E., Romero-Navarrete, J. A. (2021), A modeling and micro-simulation approach to estimate the location, number and size of loading/unloading bays: a case study in the city of Querétaro, Mexico, Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 10, 100400.

[38] Ezquerro, S., Moura, J. L., Alonso, B. (2020), Illegal Use of Loading Bays and Its Impact on the Use of Public Space, Sustainability, 12(15), 5915, doi: 10.3390/su12155915.

[39] Schrank, D., Eisele, B., Lomax, T. (2019), 2019 Urban Mobility Report, Texas A&M Transportation Institute, College Station, https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/umr/archive/mobility-report-2019.pdf.

[40] Federal Highway Administration (2025), 2024 Urban Congestion Trends, FHWA-HOP-25-195, Washington, DC, https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop25195/fhwahop25195.pdf.

[41] Ramadan, A., Roorda, M. J. (2016), Impacts of Illegal On-Street Parking on Toronto's CBD Congestion.

[42] Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, Direzione generale per il trasporto pubblico locale (2026), Decreto Direttoriale n. 213 del 16 giugno 2026.

[43] Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, Direzione generale per il trasporto pubblico locale (2026), Rapporto di analisi «Valutazione e allineamento dei PUMS ai requisiti TEN-T», Programma nazionale di sostegno ai PUMS, https://www.mit.gov.it/documentazione/piani-urbani-della-mobilita-sostenibile-pums.